



Ενίσχυση της ανθεκτικότητας για τα ελληνικά λιμάνια (ResPorts)

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ Π3.3

Π3.3 Αξιολόγηση Οικονομικών Επιπτώσεων



ResportsP



ResPorts Project



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	
Ακρωνύμιο:	ResPorts
Τίτλος στα Ελληνικά:	Ενίσχυση ανθεκτικότητας για τα ελληνικά λιμάνια
Τίτλος στα Αγγλικά:	Enhancing the Resilience for Greek Ports
Συντονιστής της Ε.Υ.:	Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Ιστότοπος:	https://resports.stt.aegean.gr
Διάρκεια:	30 μήνες

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΥ	
Αριθμός και Τίτλος Παραδοτέου:	Π3.3 Αξιολόγηση Οικονομικών Επιπτώσεων
Αριθμός και Τίτλος Πακέτου Εργασίας	ΠΕ3 Προβλέψεις Κλιματικών Κινδύνων και Αξιολόγηση πιθανών επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής στους λιμένες
Είδος Παραδοτέου:	Π3.3 Εργαλείο
Υπεύθυνος Εταίρος:	Τμήμα Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών σε συνεργασία με το Τμήμα Ωκεανογραφίας και Θαλάσσιων Βιοεπιστημών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Συγγραφείς:	Ο. Σχινάς, Δ. Χατζηστρατής, Κ. Μοσχόπουλος, Α. Χατζηπαυλής Συμβολή: Α. Πολυδωροπούλου, Α. Βελεγράκης
Ημερομηνία Υποβολής:	30/11/2024

Το ερευνητικό έργο με τίτλο «Ενίσχυση της ανθεκτικότητας για τα ελληνικά λιμάνια – ResPorts υλοποιείται στο πλαίσιο του Προγράμματος «Φυσικό Περιβάλλον & Καινοτόμες Δράσεις 2022/ Άξονας Προτεραιότητας 3 «Έρευνα και Εφαρμογή», με συνολικό προϋπολογισμό 199.647,00 Ευρώ. Το έργο χρηματοδοτείται από το Πράσινο Ταμείο με Δικαιούχο το Τμήμα Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών του Πανεπιστημίου Αιγαίου



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Περιεχόμενα

ΕΚΤΕΝΗΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
1 ΖΗΤΗΣΗ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ.....	8
2 ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ (LINEAR SHIPPING CONNECTIVITY INDEX) ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ (PORT LINEAR SHIPPING CONNECTIVITY INDEX).....	24
3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΛΙΜΕΝΩΝ Λ'ΟΓΩ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	30
4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	45
5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	47
5.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΗΡ.....	52
5.1.1 Κριτήρια (Επίπεδο 2):.....	52
5.2 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΑΗΡ	60
5.2.1 Ενδεικτικό Παράδειγμα: Επιλογή τοποθεσίας για εγκατάσταση μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων.....	60
5.2.2 ΑΗΡ – Υπολογισμοί (με αλληλεξαρτήσεις).....	64
5.2.3 Συμπερασματικά.....	65
6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΗΡ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΛΙΜΕΝΑ	66
6.1 ΤΟ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΗΡ – ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ.....	66
6.2 ΜΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΤΟΥΣ ΛΙΜΕΝΕΣ	75
6.2.1 Το Πλαίσιο της Ανάλυσης: Κριτήρια και Οικονομικά Δεδομένα.....	75
6.2.2 Στάδια Συνδυασμένης Ανάλυσης	76
6.2.3 Εφαρμογές στην Πράξη	78
6.2.4 Στρατηγική Σημασία για την Ελλάδα και τα Ελληνικά Νησιά	78
6.2.5 Συμπέρασμα.....	79
7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ ΚΑΙ ΕΠ'ΟΜΕΝΑ ΒΗΜΑΤΑ ΈΡΕΥΝΑΣ	80
7.1 ΝΕΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΗΡ & ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	80
7.1.1 Κατασκευή Δικτυακών Μοντέλων Αντίστασης.....	80
7.1.2 Υπολογισμός Limit Supermatrix με Οικονομικά και Περιβαλλοντικά Σενάρια	80
7.1.3 Ευρεία Ανάλυση Ευαισθησίας στο Δίκτυο.....	81
7.1.4 OEM – Operational Ensemble Modelling.....	81
7.2 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΑΙΓΑΙΟ & ΙΟΝΙΟ.....	81
7.2.1 Περίπτωση του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους	82
7.3 ΟΦΕΛΗ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	82
7.3.1 Προτάσεις Πολιτικής.....	82
7.3.2 Προγραμματισμός Έρευνας	82
7.4 ΕΠΙΛΟΓΟΣ	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	84



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1. Διακίνηση επιβατών εσωτερικού και εξωτερικού στους λιμένες της Ελλάδος (Β' τρίμηνο 2022, 2023 και 2024).....	8
Σχήμα 2. Διακίνηση εμπορευμάτων εσωτερικού και εξωτερικού στους λιμένες της Ελλάδος κατά το Β' τρίμηνο των ετών 2022, 2023 και 2024	10
Σχήμα 3. Μηνιαία διακύμανση επιβατικής κίνησης για τους λιμένες Χίος (Chios), Βόλου (Volos) και Ηρακλείου (Heraklion) για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2017-Δεκέμβριος 2019	10
Σχήμα 4. Δείκτης Gini (G.I.) για τους λιμένες Χίου, Βόλου και Ηρακλείου για την εποχικότητα της επιβατικής κίνησής του για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2017-Δεκέμβριος 2019	11
Σχήμα 5. Συνολικός αριθμός αφικνούμενων και αναφωνησάντων από τους λιμένες Χίου, Βόλου και Ηρακλείου (έμφορτων και κενών) για το χρονικό διάστημα 2018-2019	12
Σχήμα 6. Δείκτης G.I. ελληνικών λιμένων για το χρονικό διάστημα 2015-2021 ³	13
Σχήμα 7. Σημαντικότητα ελληνικών λιμένων βάσει της περιοχής και του αριθμού των επιβατών που εξυπηρετούν ⁴	14
Σχήμα 8. Κατανομή των λιμένων ανάλογα με τον αριθμό των ακτοπλοϊκών συνδέσεων που εξυπηρετούν. 16	
Σχήμα 9. Εξέλιξη της τιμής του δείκτη LSCI των ελληνικών λιμένων για το χρονικό διάστημα 2006-2024 ΠΗΓΗ?	25
Σχήμα 10. Εξέλιξη της τιμής του δείκτη PLSCI λιμένων Ηρακλείου, Πειραιά, Θεσσαλονίκης και Βόλου για το χρονικό διάστημα 2006-2021 ΠΗΓΗ?.....	26
Σχήμα 11. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες.....	38
Σχήμα 12. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες.....	39
Σχήμα 13. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες.....	39
Σχήμα 14. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες.....	40
Σχήμα 15. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες.....	40
Σχήμα 16. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες.....	41
Σχήμα 17. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες.....	41



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Σχήμα 18. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες.....	42
Σχήμα 19. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (μπλε χρώμα) και κατά 4°C (κόκκινο χρώμα) (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005).....	43
Σχήμα 20. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (μπλε χρώμα) και κατά 4°C (κόκκινο χρώμα) (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005).....	43
Σχήμα 21. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (μπλε χρώμα) και κατά 4°C (κόκκινο χρώμα) (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005).....	44
Σχήμα 22. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (μπλε χρώμα) και κατά 4°C (κόκκινο χρώμα) (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005).....	44



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Διακινηθέντες επιβάτες και μεταφερθέντα οχήματα με επιβατηγά και οχηματαγωγά πλοία, κατά ακτοπλοϊκή γραμμή, το 2 ^ο τρίμηνο των ετών 2022, 2023 και 2024	9
Πίνακας 2. Μήκος και ποσοστό οδικών υποδομών (οδικών αξόνων) σε απόσταση 50 μέτρων από την ακτογραμμή [Πηγή 7]	20
Πίνακας 3. Εκτιμώμενο κόστος επαναχάραξης των οδικών υποδομών λόγω της αύξησης της Μέσης Στάθμης Θάλασσας [Πηγή 7]	21
Πίνακας 4. Εκτιμώμενο κόστος έμμεσων επιπτώσεων λόγω αύξησης των περιστατικών έντονης βροχόπτωσης, καταιγίδων και πλημμυρών που θα προκαλέσουν καθυστερήσεις σε επιβατικές και εμπορευματικές μεταφορές [Πηγή 7]	22
Πίνακας 5. Συνολικό εκτιμώμενο κόστος οικονομικών επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής στον τομέα των μεταφορών [Πηγή 7]	22
Πίνακας 6. Ιεράρχηση ελληνικών νήσων βάσει της τιμής του Δείκτη Νησιωτικότητας ¹⁰¹	27
Πίνακας 7. Μέσο κόστος αντιμετώπισης του κινδύνου ανύψωσης της Μέσης Στάθμης της θάλασσας για λιμενικές εγκαταστάσεις [Πηγή 11]	29
Πίνακας 8. Συγκριτική θεώρηση Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας και Αναλυτική Δικτυακής Διαδικασίας [Ιδία επεξεργασία]	48
Πίνακας 9: Επεξήγηση δεικτών της ΑΗΡ	54
Πίνακας 10: Πίνακας σύγκρισης κριτηρίων (σε κλίμακα Saaty) ανά ζεύγη	62
Πίνακας 11: Αντικατάσταση Κριτηρίων με αριθμούς.....	66
Πίνακας 12: Αποτελέσματα ΑΗΡ και ΑΝΡ για τα δεδομένα της Χίου	69
Πίνακας 13: Ο υπερπίνακας ΑΝΡ για τα δεδομένα της ΑΗΡ για τη Χίο	70
Πίνακας 14: Ο υπερπίνακας ΑΝΡ για τα νέα δεδομένα για τη Χίο	72
Πίνακας 15: Αποτελέσματα ΑΗΡ και ΑΝΡ για τα νέα δεδομένα της Χίου.....	74
Πίνακας 16: Παράδειγμα Κανονικοποίησης Κόστους Περιβαλλοντικής Επίπτωσης	76
Πίνακας 17: Παράδειγμα εκτίμησης σχετικών βαρών	77



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Εκτενής Περίληψη

Οι λιμένες αποτελούν κρίσιμες υποδομές για την παγκόσμια εμπορική δραστηριότητα, καθώς εξυπηρετούν την μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων εμπορευμάτων και συνδέουν τις εθνικές οικονομίες σε ένα παγκόσμιο δίκτυο. Η κλιματική αλλαγή επιφέρει σημαντικές προκλήσεις για αυτές τις υποδομές, καθώς οι μεταβολές στο κλίμα, η αύξηση της στάθμης της θάλασσας και η ενίσχυση των ακραίων καιρικών φαινομένων οδηγούν σε άμεσες και έμμεσες οικονομικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας ενδέχεται να οδηγήσει πλημμύρες, αναγκάζοντας τα λιμάνια να επενδύσουν σημαντικά ποσά σε αναβάθμιση και αναδιαμόρφωση των υποδομών τους, προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφαλής και συνεχής λειτουργία τους. Επιπλέον, οι ακραίες καιρικές συνθήκες, όπως οι έντονες βροχοπτώσεις, προκαλούν ζημιές σε εγκαταστάσεις και οδηγούν σε διακοπές λειτουργίας, γεγονός που επιφέρει παύση εργασιών σε φορτοεκφορτώσεις (άρα και απώλεια εσόδων) και καθυστερήσεις στις εμπορικές ροές, αυξάνοντας το συνολικό οικονομικό κόστος για τις επιχειρήσεις και τους εμπλεκόμενους φορείς¹.

Η δράση Δ3.3 με τίτλο «Αξιολόγηση Οικονομικών Επιπτώσεων» βασίζεται στη χρήση του Εθνικού Μοντέλου Προσομοίωσης των Μεταφορών το οποίο είναι διαθέσιμο – μέσω της Ερευνητικής Υποδομής EN.I.R.I.S.S.T. – για την παροχή βασικών δεδομένων, όπως π.χ. χρόνοι και κόστη διαδρομής σε όλο το θαλάσσιο μεταφορικό δίκτυο. Επιπρόσθετα, η δράση αφορά στη χρήση δεικτών για την ποσοτικοποίηση της ζήτησης λιμενικών υπηρεσιών καθώς και των χαρακτηριστικών της όπως η τάση και η εποχικότητα. Γίνεται υπολογισμός δεικτών συνδεσιμότητας με κατάλληλη υιοθέτηση του Liner Connectivity Index της UNCTAD στο ελληνικό δίκτυο θαλασσίων μεταφορών, καθώς και δεικτών αποτελεσματικότητας (π.χ. παραγωγή κενών επιβατομιλίων και τανομιλίων).

Απώτερος στόχος της δράσης Δ3.3 είναι ο υπολογισμός δεικτών προσβασιμότητας και συνδεσιμότητας των λιμένων κάτω από διαφορετικά σενάρια κρίσεων λόγω της Κλιματικής Αλλαγής (ΚΑ). Επίσης, αναπτύσσονται σενάρια που αναδεικνύουν την ευρωστία του δικτύου θαλασσίων μεταφορών, με χρήση λογισμικών ανοιχτού κώδικα για οπτικοποίηση και ανάλυση δικτύου (GIS, Gephi).

¹ IOBE. (2023, February 14). RES_05_F_14022023_REP_GR [PDF]. Retrieved from https://iobe.gr/docs/research/RES_05_F_14022023_REP_GR.pdf

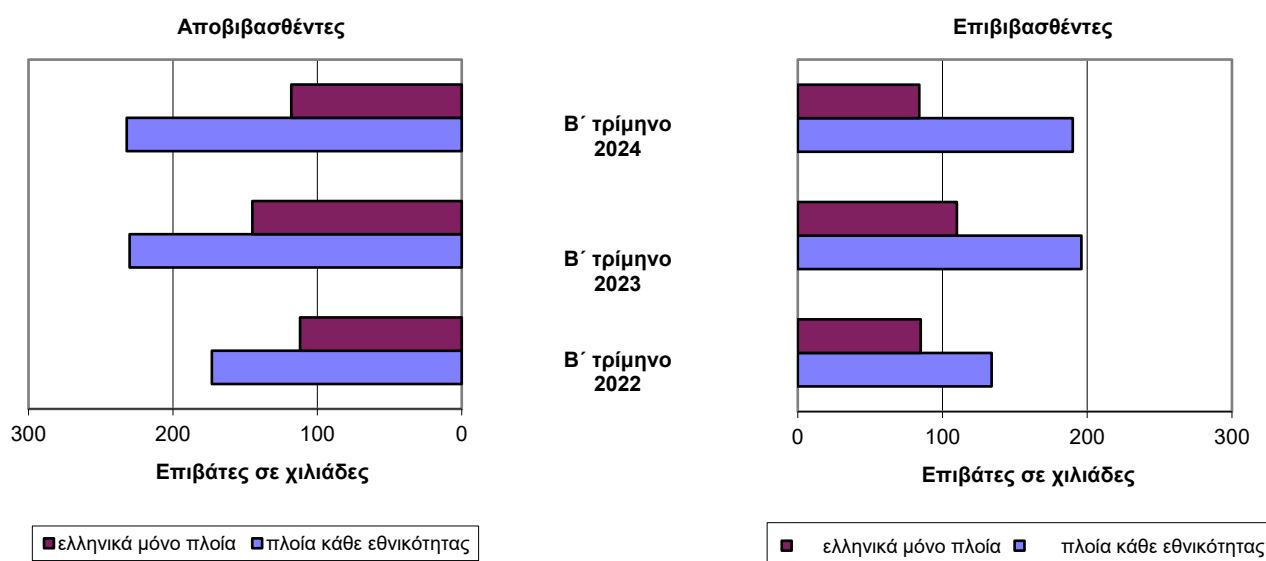


1 Ζήτηση Λιμενικών Υπηρεσιών

Βάσει των επίσημων δεδομένων της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ)² η διακίνηση επιβατών εσωτερικού και εξωτερικού στους λιμένες της Ελλάδας κατά το Β' τρίμηνο των ετών 2022, 2023 και 2024 παρουσίασε διακύμανση από έτος σε έτος (αύξηση ανάμεσα στα έτη 2022-2023 και μείωση ανάμεσα στα έτη 2023-2024) τόσο για τις επιβιβάσεις και αποβιβάσεις ελληνικών πλοίων. Παρόμοια ήταν η συνθήκη για τις επιβιβάσεις πλοίων κάθε εθνικότητας (σημαίας) ενώ οι αποβιβάσεις παρουσίασαν αύξηση αναφορικά με τα πλοία κάθε εθνικότητας (Σχήμα 1). Ειδικότερα:

- Η μεταβολή των αποβιβασθέντων από πλοία κάθε εθνικότητας για τα έτη 2022/2023 ήταν 32,9%.
- Η μεταβολή των αποβιβασθέντων από πλοία κάθε εθνικότητας για τα έτη 2023/2024 ήταν 0,9%.
- Η μεταβολή των αποβιβασθέντων από ελληνικά πλοία για τα έτη 2022/2023 ήταν 29,5%.
- Η μεταβολή των αποβιβασθέντων από ελληνικά πλοία για τα έτη 2023/2024 ήταν -18,6%.
- Η μεταβολή των επιβιβασθέντων από πλοία κάθε εθνικότητας για τα έτη 2022/2023 ήταν 46,3%.
- Η μεταβολή των επιβιβασθέντων από πλοία κάθε εθνικότητας για τα έτη 2023/2024 ήταν -3,1%.
- Η μεταβολή των επιβιβασθέντων από ελληνικά πλοία (ελληνικής σημαίας) για τα έτη 2022/2023 ήταν 29,4%.
- Η μεταβολή των επιβιβασθέντων από ελληνικά πλοία για τα έτη 2023/2024 ήταν -23,6%.

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει αναλυτικότερα τον αριθμό των διακινηθέντων επιβατών καθώς και τον αριθμό των μεταφερθέντων οχημάτων με επιβατηγά και οχηματαγωγά πλοία ανά ακτοπλοϊκή γραμμή για τα το 2^ο τρίμηνο των ετών 2022, 2023 και 2024.



Σχήμα 1. Διακίνηση επιβατών εσωτερικού και εξωτερικού στους λιμένες της Ελλάδος (Β' τρίμηνο 2022, 2023 και 2024)

² <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SMA06/->



Πίνακας 1. Διακινηθέντες επιβάτες και μεταφερθέντα οχήματα με επιβατηγά και οχηματαγωγά πλοία, κατά ακτοπλοϊκή γραμμή, το 2^ο τρίμηνο των ετών 2022, 2023 και 2024

Ακτοπλοϊκές γραμμές	Διακινηθέντες επιβάτες			Μεταβολή %		Μεταφερθέντα οχήματα (1)			Μεταβολή %	
	Β' Τρί- μηνο 2022	Β' Τρί- μηνο 2023	Β' Τρί- μηνο 2024	2023/20 22	2024/20 23	Β' Τρί- μηνο 2022	Β' Τρί- μηνο 2023	Β' Τρί- μηνο 2024	2023/20 22	2024/ 2023
Σύνολο	4.194.310	4.491.784	4.802.740	7,1	6,9	810.820	810.040	861.424	-0,1	6,3
Αργοσαρωνικού	754.032	862.369	948.520	14,4	10,0	93.221	99.778	102.314	7,0	2,5
Πειραιώς-Πελοποννήσου	13.543	20.422	14.577	50,8	-28,6	4.295	6.190	5.064	44,1	-18,2
Πειραιώς-Κρήτης	390.542	373.920	406.204	-4,3	8,6	130.444	124.452	134.398	-4,6	8,0
Πειραιώς-Κρήτης-Δωδεκα- νήσου	175.673	244.725	309.302	39,3	26,4	13.967	20.591	23.104	47,4	12,2
Πειραιώς-Δωδεκανήσου	182.916	169.930	166.136	-7,1	-2,2	65.343	60.647	62.032	-7,2	2,3
Πειραιώς-Δυτικών Κυκλά- δων	291.221	346.641	354.330	19,0	2,2	37.335	39.763	48.002	6,5	20,7
Πειραιώς-Ανατολικών Κυ- κλάδων	677.912	713.045	784.311	5,2	10,0	90.843	78.294	88.280	-13,8	12,8
Πειραιώς-Μυκόνου-Τήνου- Σάμου	242.314	255.714	249.303	5,5	-2,5	47.909	46.072	48.463	-3,8	5,2
Πειραιώς-Χίου-Μυτιλήνης	113.366	113.920	121.450	0,5	6,6	35.472	35.336	35.985	-0,4	1,8
Πατρών-Ακαρνανίας-Ιονίων Νήσων	124.684	141.598	157.387	13,6	11,2	42.650	47.700	49.805	11,8	4,4
Ραφήνας-Ευβοίας- Άνδρου- Τήνου	562.358	583.471	597.243	3,8	2,4	128.771	127.804	132.783	-0,8	3,9
Βόλου-Βορείων Σποράδων- Κύμης	173.684	158.749	185.844	-8,6	17,1	37.090	32.283	39.994	-13,0	23,9
Λοιπές	492.065	507.280	508.133	3,1	0,2	83.480	91.130	91.200	9,2	0,1

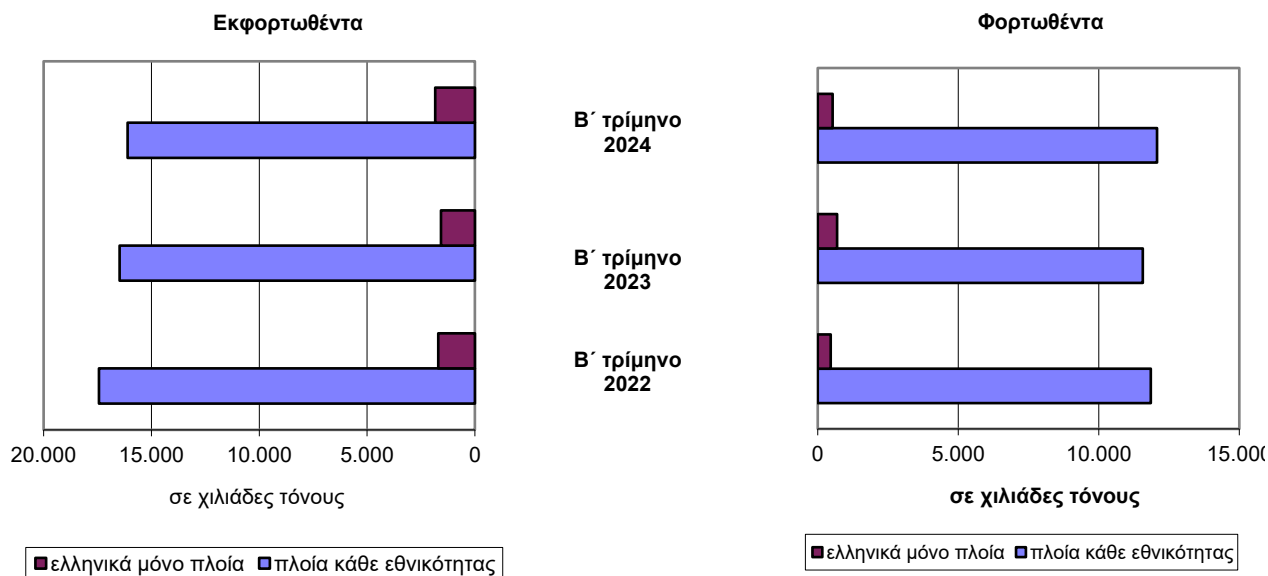
(1) Φορτηγά, επιβατηγά και δίκυκλα - τρί-
κυκλα

Αναφορικά με την εμπορευματική ναυτιλιακή κίνηση με το εξωτερικό, ο αριθμός των εκφορτωθέντων πλοίων κάθε εθνικότητας παρουσίασε μείωση. Συγκεκριμένα, από 17.433 πλοία το 2022, ο αριθμός μειώθηκε κατά 5,5% στα 16.476 πλοία το 2023 και κατά 2,3% στα 16.102 πλοία το 2024. Αντίθετα, τα ελληνικής σημαίας πλοία, αν και παρουσίασαν μείωση 7,1% από 1.696 πλοία το 2022 σε 1.575 πλοία το 2023, σημείωσαν σημαντική αύξηση 16,7% φτάνοντας τα 1.838 πλοία το 2024. Ο αριθμός των φορτωθέντων πλοίων κάθε εθνικότητας, παρουσίασε μικρή μείωση κατά 2,4% από 11.851 πλοία το 2022 σε 11.568 πλοία το 2023, ακολουθούμενη από αύξηση 4,4% στα 12.074 πλοία το 2024. Τα ελληνικής σημαίας πλοία παρουσίασαν μεγάλη αύξηση 48,5% από 462 πλοία το 2022 σε 686 πλοία το 2023, αλλά στη συνέχεια σημείωσαν μείωση 22,6% φτάνοντας τα 531 πλοία το 2024 (Σχήμα 2).



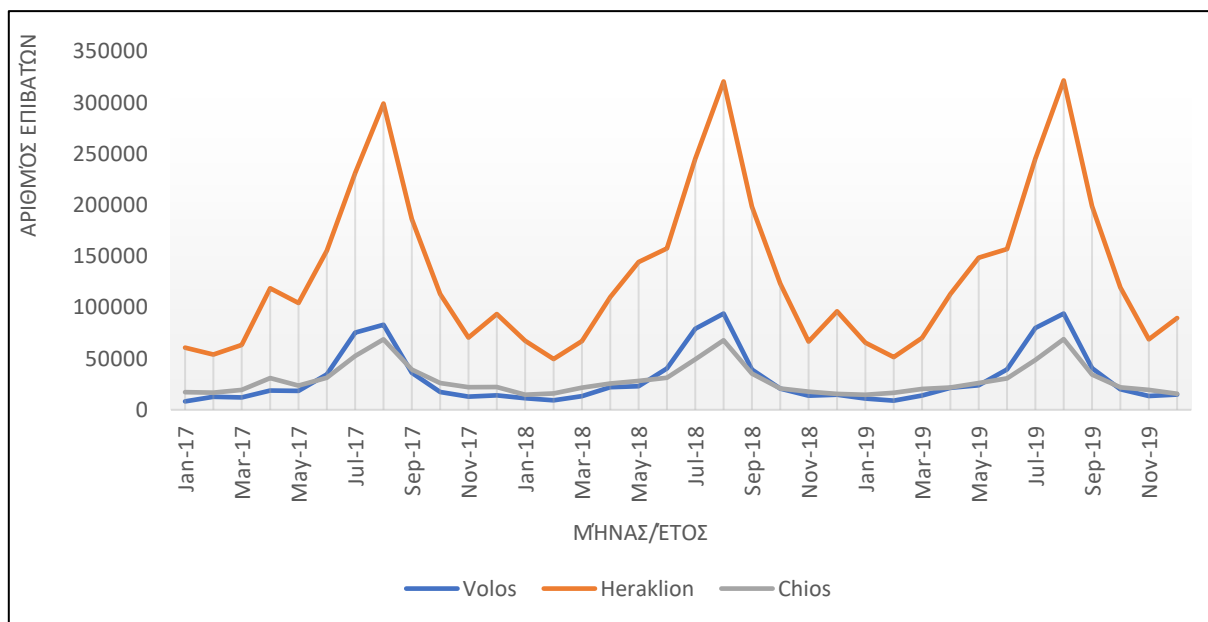
Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»





Σχήμα 2. Διακίνηση εμπορευμάτων εσωτερικού και εξωτερικού στους λιμένες της Ελλάδος κατά το Β' τρίμηνο των ετών 2022, 2023 και 2024

Ειδικότερα για τους τρεις (3) λιμένες που συμμετείχαν στο δίκτυο των Living Labs που δημιούργησε το έργο ResPorts, τα διαθέσιμα δεδομένα που παρουσιάζονται στο Σχήμα 3 και αφορούν στη μηνιαία διακύμανση (εποχικότητα) για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2017 – Δεκέμβριος 2019, καταδεικνύουν ως περίοδο αιχμής το χρονικό διάστημα Μάιος-Νοέμβριος κάθε έτους.



Σχήμα 3. Μηνιαία διακύμανση επιβατικής κίνησης για τους λιμένες Χίος (Chios), Βόλου (Volos) και Ηρακλείου (Heraklion) για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2017-Δεκέμβριος 2019

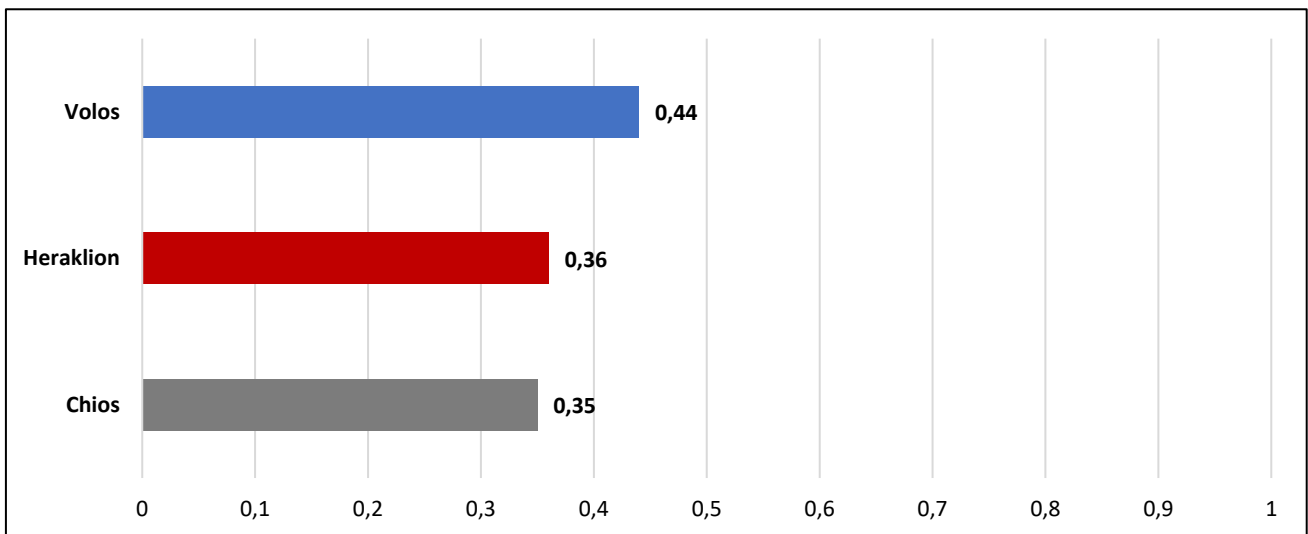


Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Όπως καταδεικνύεται στο Σχήμα 3, υπάρχει σημαντική εποχικότητα στην επιβατική κίνηση των επιλεγμένων λιμανιών. Για να μετρηθεί η εποχικότητα με συστηματικό τρόπο και να γίνουν συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών λιμανιών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το πλαίσιο του Δείκτη Gini (GI). Ο Δείκτης Gini (ή μερικές φορές Συντελεστής Gini, από εδώ και στο εξής θα αναφέρεται ως **G.I.** για λόγους συντομίας) προτάθηκε αρχικά από τον Ιταλό στατιστικολόγο Corrado Gini για τη μέτρηση της ανισότητας εισοδήματος, αλλά χρησιμοποιείται ευρέως (με προσαρμοσμένο τρόπο) σήμερα για τη μέτρηση της εποχικότητας της ζήτησης σε οικονομικές μελέτες που σχετίζονται με τις μεταφορές και τον τουρισμό.

Ο Δείκτης Gini μπορεί να λάβει τιμές μεταξύ 0 και 1, όπου το 0 αντιπροσωπεύει την τέλεια ισότητα (δηλαδή, όλοι οι μήνες παρουσιάζουν ισόποση επιβατική κίνηση) και το 1 την τέλεια ανισότητα (όλη η κίνηση του έτους συμβαίνει μέσα σε έναν μόνο μήνα). Οι Δείκτες Gini για τα τρία λιμάνια παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4. Δείκτης Gini (G.I.) για τους λιμένες Χίου, Βόλου και Ηρακλείου για την εποχικότητα της επιβατικής κίνησής του για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2017-Δεκέμβριος 2019

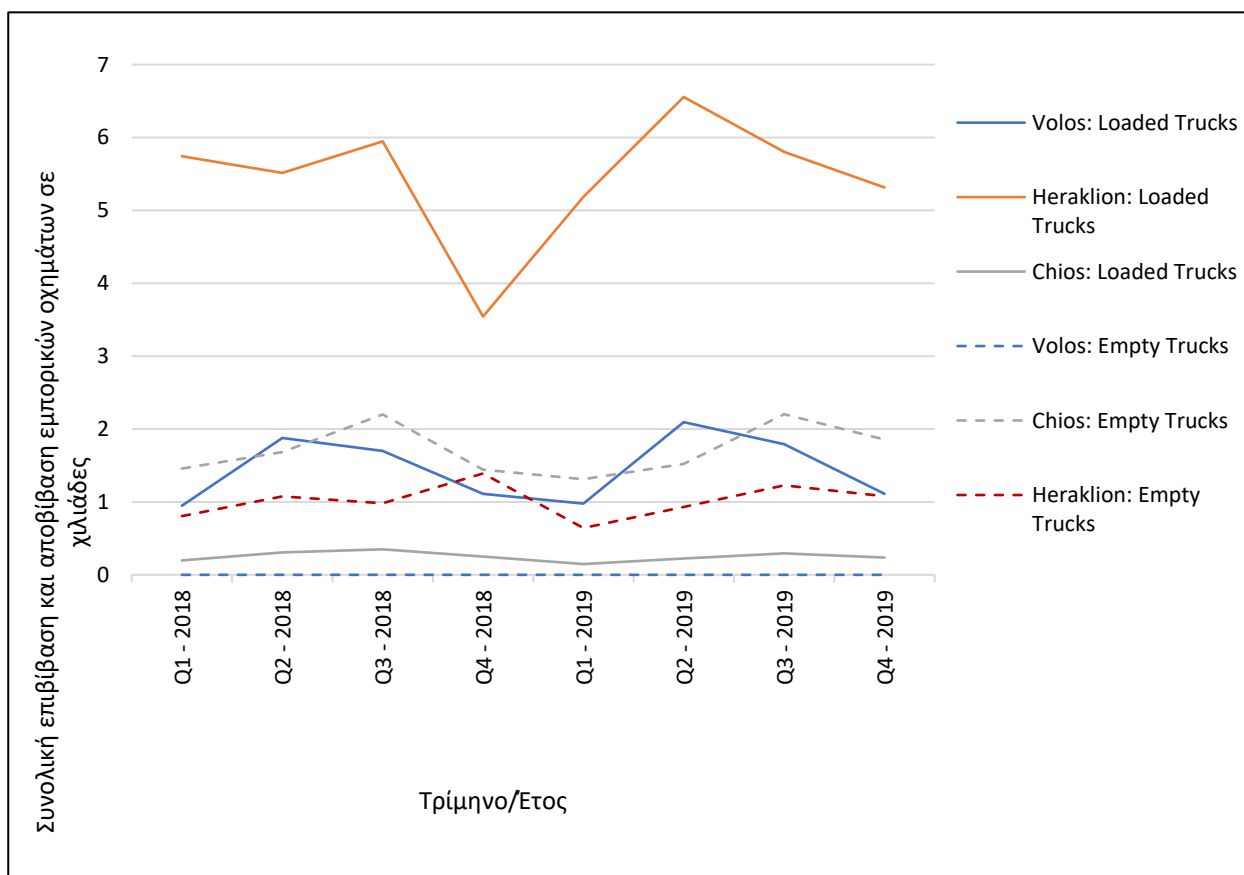
Η ποσοτικοποίηση της εποχικότητας με συγκεκριμένο τρόπο και η δυνατότητα σύγκρισης της εποχικότητας της διακίνησης μεταξύ διαφόρων λιμανιών είναι σημαντική, καθώς η εποχικότητα της διακίνησης μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τις οικονομικές απώλειες των λιμανιών λόγω διαταραχών από καιρικές/κλιματικές συνθήκες³.

Τέλος, ο ρόλος των επιλεγμένων λιμανιών στην εφοδιαστική αλυσίδα παρουσιάζεται στο Σχήμα 5, όπου διαφαίνεται, η ανισορροπία στις ροές από/προς την ενδοχώρα των λιμανιών (υπολογίζεται με όρους φορτωμένων/κενών φορτηγών που αναχωρούν από κάθε λιμάνι). Το λιμάνι της Χίου, για παράδειγμα (ένα νησί με χαμηλή γεωργική/βιομηχανική παραγωγή), έχει μεγάλη ροή κενών φορτηγών προς την υπόλοιπη Ελλάδα (αναδιάταξη φορτηγών που έφτασαν φορτωμένα στο νησί). Από την άλλη πλευρά, το Ηράκλειο παρουσιάζει πολύ ισχυρή κίνηση έμφορτων φορτηγών οχημάτων, καθώς ένα σημαντικό μέρος των

³ Lam, J. S. L., & Su, S. (2015). Disruption risks and mitigation strategies: an analysis of Asian ports. *Maritime Policy & Management*, 42(5), 415-435.



γεωργικών προϊόντων της χώρας παράγεται στην Κρήτη και πιο συγκεκριμένα στο Ηράκλειο. Τέτοια προϊόντα είναι οι ελιές/ελαιόλαδο, τα φρέσκα λαχανικά και τα γαλακτοκομικά προϊόντα.



Σχήμα 5. Συνολικός αριθμός αφικνούμενων και αναφωνησάντων από τους λιμένες Χίου, Βόλου και Ηρακλείου (έμφορτων και κενών) για το χρονικό διάστημα 2018-2019

Ο δείκτης G.I. υπολογίσθηκε στη συνέχεια για όλους τους ελληνικούς λιμένες για το χρονικό διάστημα 2015-2021 όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 6 στη συνέχεια⁴.

Για την ελληνική επικράτεια το δίκτυο των 154 λιμένων διασυνδέεται μέσω 145 ακτοπλοϊκών διασυνδέσεων (ferry links) όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 7⁵.

⁴ Papaioannou, G., Polydoropoulou, A., Tsimpa, A. Analyzing the Passenger Traffic Demand Patterns of Greek Ferry Terminals. *Transportation Research Procedia* **72**, 2920-2927, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.838>

⁵ Papaioannou, G., Polydoropoulou, A., Angeloudis, P. On-Demand & Shared Passenger Maritime Transport: Planning of Operations through Agent-Based Modelling. *TRA2024*.



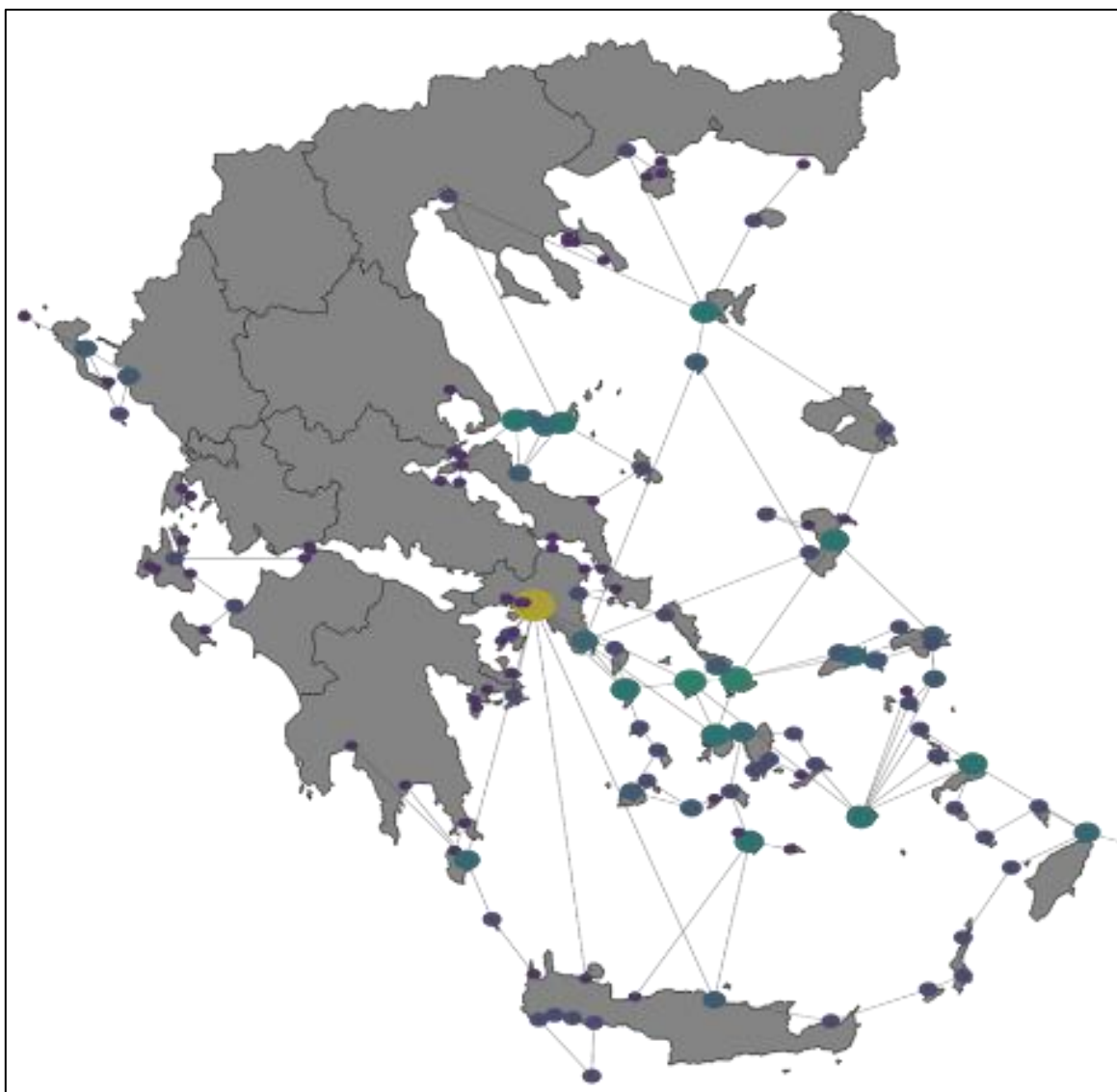
PORT/UNLOCODE	Rank	Gini Index	PORT/UNLOCODE	Rank	Gini Index	PORT/UNLOCODE	Rank	Gini Index	PORT/UNLOCODE	Rank	Gini Index	PORT/UNLOCODE	Rank	Gini Index
Piraeus/GRPIR	1	0.37	Galatas/GRGAL	31	0.32	Nydri/GRNID	61	0.49	Kimolos/GRKMS	91	0.59	Thirassia/GRTRS	121	0.34
Perama/GRPER	2	0.14	Megara/GRMGR	32	0.18	Sami/GRSAI	62	0.46	Folegandros/GRFOL	92	0.65	Anafi/GRANA	122	0.64
Paloukia/GRPCH	3	0.15	Argostoli/GRARM	33	0.46	Myrina/GRMYR	63	0.48	Pessada/GRPSK	93	0.70	Megisti/GRKAS	123	0.32
Thassos/GRTSO	4	0.50	Neapoli/GRNEA	34	0.63	Ouranopoli/GROUR	64	0.28	Sxoinari/GRsxhinari	94	0.69	Irakleia/GRHRK	124	0.60
Rafina/GRRAF	5	0.45	Lixouri/GRLIX	35	0.47	Kythnos/GRKYT	65	0.56	Sfakia/GRCSF	95	0.64	Sikinos/GRSII	125	0.61
Paros/GRPAS	6	0.56	Kavala/GRKVA	36	0.47	Skopelos/GRSKO	66	0.62	Fiskardo/GRFIS	96	0.73	Psarra/GRPAA	126	0.43
Igoumenitsa/GRIGO	7	0.33	Chios/GRJXH	37	0.35	Kymi/GRKIM	67	0.50	Mantoudi/GRMTI	97	0.67	Chalki/GRHAL	127	0.39
Keramoti/GRKER	8	0.51	Nea Styra/GRNST	38	0.40	Dafni (Mt Athos)/GRDAF	68	0.29	Agios Konstantinos/GRAKO	98	0.79	Paleochora/GRPCH	128	0.59
Santorini/GRJTR	9	0.54	Skiathos/GRISI	39	0.56	Skyros/GRSKU	69	0.49	Astakos/GRAST	99	0.38	Kastelli/GRKIS	129	0.67
Kyllini/GRKYL	10	0.35	Aidipsos/GRAID	40	0.42	Patmos/GRPMS	70	0.50	Agios Kyrikos/GRAKU	100	0.47	Gavdos/GRGAD	130	0.63
Heraklion/GRHER	11	0.36	Milos/GRMLO	41	0.61	Alexandroupoli/GRALX	71	0.48	Nissyros/GRNIS	101	0.31	Agios Efstratios/GRAGO	131	0.32
Aegina/GRAEG	12	0.31	Agia Marina/GRAGM	42	0.42	Samothraki/GRSAM	72	0.48	Aegiali/GRAIG	102	0.56	Kassos/GRKSJ	132	0.50
Corfu/GRCFU	13	0.31	Arkitsa/GRARK	43	0.44	Kosta/GRKEM	73	0.23	Loutro/GRLTR	103	0.66	Gytheio/GRGYT	133	0.57
Rio/GRRIO	14	0.22	Volos/GRVOL	44	0.44	Eretria/GRERE	74	0.56	Astipalaia/GRITY	104	0.61	Sougia/GRSOG	134	0.61
Mykonos/GRJMK	15	0.52	Kalymnos/GRKMI	45	0.31	Paxi/GRPAX	75	0.53	Rethymno/GRRET	105	0.76	Porto Cheli/GRPHE	135	0.61
Antirrio/GRANT	16	0.21	Elafonisos/GRELN	46	0.63	Leros/GRLRS	76	0.34	Tilos/GRTIL	106	0.41	Vassiliki/GRVSS	136	N/A
Zante/GRZTH	17	0.37	Kea/GRKEA	47	0.44	Oropos/GRORO	77	0.56	Sigri/GRSGI	107	N/A	Frikes/GRSAT	137	0.85
Naxos/GRJNX	18	0.54	Glyfa/GRGLY	48	0.48	Koufonissi/GRKOF	78	0.67	Diakofti/GRDIK	108	0.57	Siteia/GRJSH	138	0.59
Tinos/GR TIN	19	0.50	Agioskampos/-	49	0.48	Alonnisos/GRALO	79	0.62	Karpathos/GR AOK	109	0.45	Agathonissi/GRAGN	139	0.48
Souda/GRSDH	20	0.35	Agkistri/GRAGG	50	0.54	Meganisi/GRMGN	80	0.32	Oinoussai/GRINO	110	0.24	Mesta/GRMHI	140	0.78
Syros/GRJSY	21	0.36	Marmari/GRMRM	51	0.39	Pisaetos/GRPIS	81	0.46	Fournoi/GRFOU	111	0.46	Kardamaina/GRKRM	141	0.47
Poros/GRPTR	22	0.36	Tripiti/GRTRY	52	0.62	Serifos/GRSER	82	0.66	Schinoussa/GRSHC	112	0.58	Ithaki/GRITH	142	N/A
Antiparos/GRANP	23	0.59	Ios/GRIOS	53	0.66	Katapola/GRKTP	83	0.66	Thessaloniki/GRSKG	113	0.87	Diafani/GRDIA	143	0.55
Rodos/GRRHO	24	0.34	Ammouliani/GRAMI	54	0.63	Patra/GRGPA	84	0.59	Methana/GRMEA	114	0.51	Arkioi/GRARD	144	0.57
Kos/GRKGS	25	0.31	Sifnos/GRKRE	55	0.60	Glossa/GRGLO	85	0.57	Lipsi/GRLLP	115	0.54	Volissos/GRVLC	145	0.79
Gavrio/GRGAV	26	0.45	Spetses/GRSPE	56	0.36	Agia Pelagia/GRAPE	86	0.64	Donoussa/GRDON	116	0.66	Ereikouses/GRERK	146	0.56
Poros (Kefalonia)/GRPKE	27	0.34	Agia Roumeli/GRROU	57	0.63	Panormitis/-	87	0.58	Pythagorio/GRPYT	117	0.58	Thymaina/GRTHM	147	0.45
Mytilene/GRMJT	28	0.44	Hydra/GRHYD	58	0.45	Vathy (Samos)/GRSMI	88	0.41	Ermioni/GRERM	118	0.49	Lefkada/GRLEV	148	N/A
Faneromeni/GRFNR	29	0.17	Simi/GRSYM	59	0.47	Eudilos/GREYD	89	0.61	Agia Marina Aiginas/GRAML	119	N/A	Othoni/GROTH	149	0.65
Lavrio/GR LAV	30	0.48	Lefkimmí/GRLEF	60	0.48	Karlovassi/GRKAR	90	0.48	Souvala/GRSLA	120	N/A	Antikythira/GRPOA	150	0.58

Σχήμα 6. Δείκτης G.I. ελληνικών λιμένων για το χρονικό διάστημα 2015-2021³



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»





Σχήμα 7. Σημαντικότητα ελληνικών λιμένων βάσει της περιοχής και του αριθμού των επιβατών που εξυπηρετούν⁴

Τα κύρια χαρακτηριστικά του ελληνικού δικτύου είναι τα εξής:

- Είναι σχεδιασμένο με βάση την εμπορευματική κίνηση.
- Παρατηρείται πολύ σημαντική εποχική διακύμανση της επιβατικής κίνησης. Κατά τη διάρκεια του 2022 για παράδειγμα σε 96 από τα 154 λιμάνια, η θερινή κίνηση (Ιούλιος-Σεπτέμβριος) αντιστοιχεί σε ποσοστό >50% της συνολικής ετήσιας επιβατικής ροής.
- 259 επιβατηγά πλοία έχουν ανατεθεί σε δρομολόγια για την περίοδο 2023-2024. Από αυτά 60 είναι Ro-Ro επιβατηγά πλοία, 20 είναι ταχύπλοα (HSC crafts) και 119 είναι αποβατικού τύπου σκάφη (ανοικτού τύπου φέρρυ).



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»

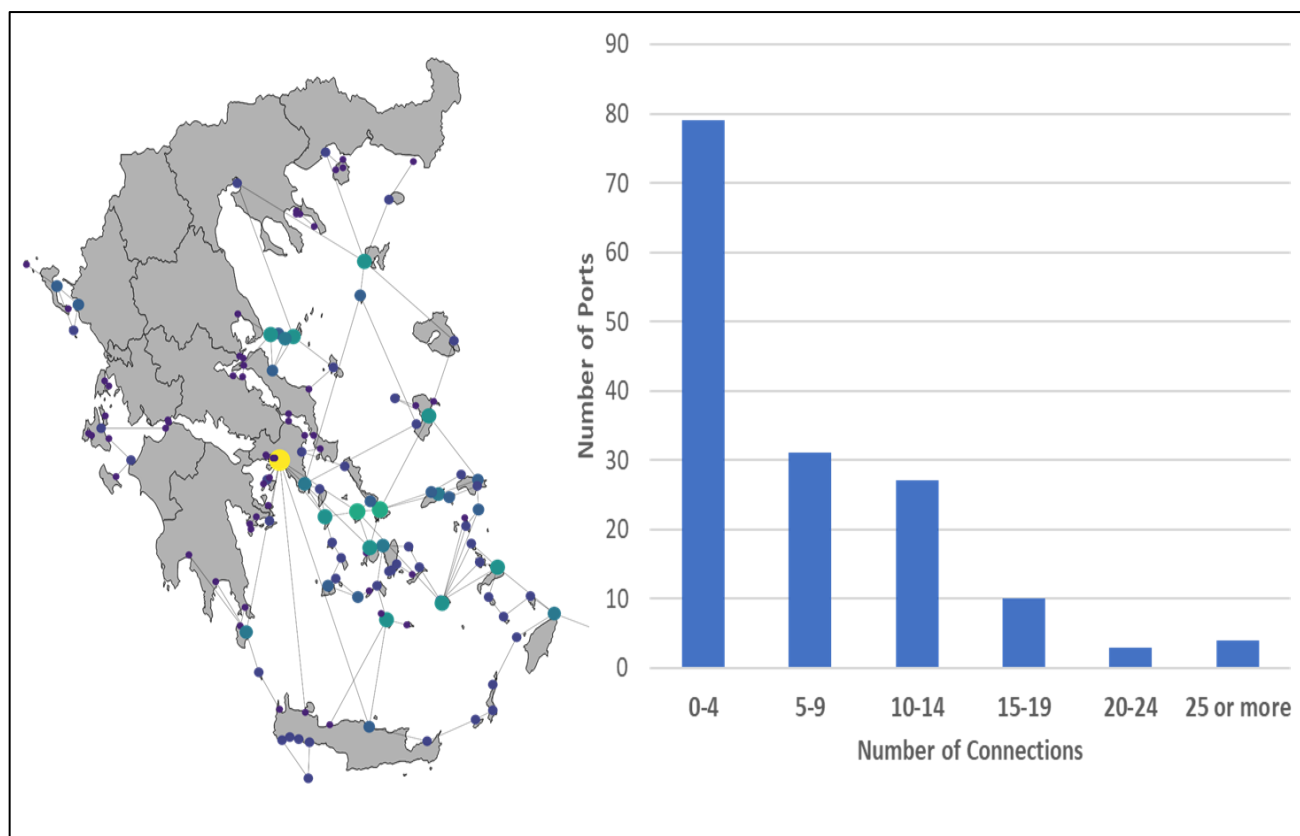


- ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου ανήκουν στις λίγες περιοχές του πλανήτη όπου αναμένεται στο μέλλον μείωση των βροχοπτώσεων. Η βροχόπτωση αναμένεται να μειωθεί σημαντικά μετά το 2050, ιδιαίτερα στα νοτιότερα τμήματα της χώρας.
- Η ενίσχυση της ξηρασίας, λόγω της μείωσης των βροχοπτώσεων και του αριθμού ημερών βροχής σε συνδυασμό με την άνοδο της θερμοκρασίας, θα έχει ως αποτέλεσμα τη μετάπτωση του κλίματος στη χώρας μας προς το ξηρότερο. Αποτέλεσμα αυτού είναι περίπου το 40% της Ελλάδας, ιδίως τα ανατολικά και νότια τμήματα, να κινδυνεύουν μέχρι το τέλος του αιώνα να ερημοποιηθούν στην περίπτωση που δεν ληφθούν παγκοσμίως μέτρα για τον περιορισμό των θερμοκηπικών αερίων.
- Στο μελλοντικό κλίμα αναμένεται αύξηση της συχνότητας των ακραία έντονων βροχοπτώσεων, που θα γίνεται εντονότερη όσο λιγότερα μέτρα ληφθούν και όσο οδεύουμε προς το τέλος του 21ου αιώνα.
- Αύξηση αναμένεται και στον αριθμό των ημερών με αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς: από 10 έως και 20 περισσότερες ημέρες πυρκαγιάς μέχρι τα μέσα του αιώνα και από 15 έως και 50 περισσότερες ημέρες με αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς προς τα τέλη του αιώνα, ιδιαίτερα στις περιοχές που και σήμερα είναι πιο επιρρεπείς στις δασικές πυρκαγιές.
- Σημαντικές θα είναι, τέλος, και οι επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Με βάση τις εκτιμήσεις των μοντέλων, έως τα μέσα του αιώνα αναμένεται η στάθμη της θάλασσας να ανέβει κατά 15 έως 20 εκατοστά και κατά 20 έως 80 εκατοστά μέχρι τα τέλη του αιώνα, ανάλογα με την εξέλιξη των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με συνέπειες μεταξύ άλλων στη γεωργία στις παράκτιες περιοχές.
- Στο Σχήμα 8 το χρώμα των λιμένων καταδεικνύει τη σημαντικότητα (centrality) του λιμένα ως σημείο εξυπηρέτησης της περιοχής ενώ το μέγεθος το σύνολο των επιβατών που εξυπηρετούνται. Στο Σχήμα 8 παρουσιάζεται η κατανομή των λιμένων ανάλογα με τον αριθμό των ακτοπλοϊκών συνδέσεων που εξυπηρετούν.
-



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»





Σχήμα 8. Κατανομή των λιμένων ανάλογα με τον αριθμό των ακτοπλοϊκών συνδέσεων που εξυπηρετούν

Επικαιροποίηση μελέτης επιπτώσεων και προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή – Τομέας μεταφορών

Στην εκδήλωση επίσης παρουσιάστηκαν οι εκτιμώμενες επιπτώσεις για τον τομέα των μεταφορών και τα προτεινόμενα μέτρα προσαρμογής στην Ελλάδα. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον τομέα των μεταφορών διαχωρίζονται στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης σε δύο κατηγορίες:

- Άμεσες (πρωτογενείς) επιπτώσεις: Βλάβες ή φθορές που οδηγούν στην ανάγκη ανακατασκευών, επιδιορθώσεων ή σε επαυξημένες ανάγκες συντήρησης από την άνοδο της μέσης στάθμης της θάλασσας, τις υψηλές θερμοκρασίες και τα πλημμυρικά φαινόμενα (π.χ. φθορές, αυξημένη ανάγκη συντήρησης ή αποκατάστασης οδικών, σιδηροδρομικών, λιμενικών και αεροπορικών υποδομών, αυξημένη ανάγκη κατασκευής αναχωμάτων ή άλλων κατασκευών, αύξηση κόστους για την προστασία τους). Επίσης, προβλέπεται μειωμένη ανάγκη εργασιών πρόληψης και συντήρησης, λόγω της μείωσης του αριθμού παγετών.
- Έμμεσες (δευτερογενείς) επιπτώσεις: Κυρίως στη λειτουργία του συστήματος μεταφορών, με την αύξηση του γενικευμένου κόστους μετακινήσεων ή τη μείωση της οδικής ασφάλειας από την άνοδο της μέσης στάθμης της θάλασσας, τις υψηλές θερμοκρασίες και τα πλημμυρικά φαινόμενα (π.χ. καθυστερήσεις, αναβολές δρομολογίων, κίνδυνος ατυχημάτων λόγω μειωμένης πρόσφυσης, αποκοπή και μείωση προσβασιμότητας περιοχών από την αδυναμία εκτέλεσης δρομολογίων,



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



διακοπή εφοδιαστικής αλυσίδας και αλλαγές στη ζήτηση). Από την θετική πλευρά, σημειώνεται ότι προβλέπεται μείωση ατυχημάτων και καθυστερήσεων λόγω της μείωσης του αριθμού παγετών και μείωση στην ανάγκη θέρμανσης των μεταφορικών μέσων από την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας.

Προτείνεται δέσμη μέτρων και πολιτικών για την προσαρμογή του τομέα των μεταφορών και τη διαχείριση των επιπτώσεων του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Μεταξύ άλλων προτείνονται:

- Δημιουργία εθνικού παρατηρητηρίου επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής στις μεταφορές (τήρηση στατιστικών στοιχείων λειτουργίας και επιπτώσεων).
- Περαιτέρω ανάπτυξη αναλυτικών μοντέλων για την αξιολόγηση των μεταφορικών υποδομών ως προς: α) τη σημαντικότητα και β) την τρωτότητα.
- Αναγνώριση και προτεραιοποίηση των έργων μεταφορικών υποδομών, που ελαχιστοποιούν την τρωτότητα του εθνικού συστήματος μεταφορών.
- Κατάρτιση εθνικών σχεδίων διαχείρισης της κυκλοφορίας και σχεδίων εκκένωσης ευάλωτων περιοχών.
- Υλοποίηση έργων προστασίας κρίσιμων μεταφορικών υποδομών (π.χ. αποστράγγιση, ανύψωση κρηπιδωμάτων λιμένων, ανύψωση αεροπορικών/οδικών/σιδηροδρομικών υποδομών που είναι εκτεθειμένες στο θαλάσσιο μέτωπο κ.ά.).
- Αναθεώρηση των υφιστάμενων προδιαγραφών σχεδιασμού μεταφορικών υποδομών, λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους της κλιματικής αλλαγής.
- Υιοθέτηση μέτρων μείωσης της μεταφορικής ζήτησης, όπως η τηλεργασία, ο συνεπιβατισμός, η διαχείριση της κινητικότητας σε επιχειρήσεις, η κατάρτιση σχεδίων μεταφοράς μαθητών/μαθητριών.

Τρωτότητα από την Κλιματική Αλλαγή στις περιφέρειες της Ελλάδος

Επιπρόσθετα, παρουσιάστηκε η μεθοδολογία υπολογισμού της τρωτότητας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, ώστε να συμβάλει στο σχεδιασμό μιας αποτελεσματικής εθνικής πολιτικής για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Στη μελέτη αναπτύσσεται μεθοδολογία εκτίμησης τρωτότητας με συνδυασμό φυσικών και κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών και συμβάντων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Ως πρώτα ενδιάμεσα αποτελέσματα παρουσιάζονται τα σχετικά με τις δασικές πυρκαγιές και τις μεταφορές.

Για τις δασικές πυρκαγιές ο αριθμός πυρκαγιών συσχετίστηκε με την έκταση, τον πληθυσμό, το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ), το κατά κεφαλήν ΑΕΠ και ένα δείκτη ανισοκατανομής ΑΕΠ στην αντίστοιχη περιφέρεια, και τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι:

- Οι σχετικά υψηλότερες τρωτότητες, ανά έκταση, κάτοικο, συνολικό και κατά κεφαλήν ΑΕΠ, εμφανίζονται στη Στερεά Ελλάδα, τη Δυτική Ελλάδα και την Πελοπόννησο, ενώ η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη εμφανίζει υψηλές τρωτότητες με βάση την ανισοκατανομή του κατά κεφαλήν



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



ΑΕΠ μεταξύ των περιφερειών της χώρας. Η Αττική εμφανίζει την υψηλότερη τρωτότητα με βάση την έκταση και την πυκνότητα του πληθυσμού.

- Ο αναμενόμενος αριθμός πυρκαγιών αυξάνεται και για τα δύο σενάρια της IPCC (RCP 4.5 και 8.5) για την περίοδο μέχρι το 2100. Αυτό υποδηλώνει ότι οι τρωτότητες σε απόλυτους όρους αναμένεται να αυξηθούν, ενώ σε συγκριτικούς όρους, με βάση την έκταση των περιφερειών, αναμένεται να παραμείνουν σταθερές. Η εξέλιξη της τρωτότητας με βάση κοινωνικοοικονομικές διαστάσεις θα εξαρτηθεί από την εξέλιξη του ΑΕΠ και του πληθυσμού.

Για τις μεταφορές, έγινε ανάλυση τρωτότητας του οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου, βασισμένη στα αποτελέσματα της αντίστοιχης μελέτης που δείχνει ότι η υψηλότερη σχετική τρωτότητα, τόσο συνολικά όσο και ανά χιλιόμετρο δικτύου και για τα δύο σενάρια της IPCC (RCP 4.5 και 8.5), εμφανίζεται στην Ανατολική Ελλάδα και ακολουθεί η Δυτική και στη συνέχεια η Κεντρική Ελλάδα.

Το μεθοδολογικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε για τις δασικές πυρκαγιές και τις μεταφορές είναι κατάλληλο για ανάλυση της πολυδιάστατης τρωτότητας των περιφερειών της χώρας μας σε περισσότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως καύσωνες, πλημμυρικά φαινόμενα, ερημοποίηση και διαχρονική απώλεια ΑΕΠ. Η αποτελεσματική πολιτική προσαρμογής σε περιφερειακό επίπεδο, βασισμένη σε ανάλυση τρωτότητας, μπορεί να αποτελέσει ατμομηχανή ανάπτυξης, ειδικά σε περιφέρειες υψηλής κοινωνικοοικονομικής τρωτότητας και σχετικά χαμηλού κατά κεφαλήν ΑΕΠ.

Με βάση την Τεχνική Έκθεση της Δ/σης Κλιματικής Αλλαγής & Ποιότητας της Ατμόσφαιρας, της Γενικής Δ/σης Περιβαλλοντικής Πολιτικής του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας (2016) με τίτλο «Εθνική Στρατηγική Για Την Προσαρμογή Στην Κλιματική Αλλαγή»⁶ τα προτεινόμενα μέτρα για τις πλωτές και θαλάσσιες μεταφορές ήταν τα εξής αναφορικά με συγκεκριμένες δράσεις:

Δράση 1. Οργάνωση και Διαδικασία Λήψης Αποφάσεων

- Μέτρο 1. Ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης ναυσιπλοΐας, καθώς και περαιτέρω τυποποίηση και επέκταση των πληροφοριών που σχετίζονται με τη ναυσιπλοΐα.
- Μέτρο 2. Δημιουργία «task force» για τους σκοπούς της ταχείας αντίδρασης σε περιπτώσεις σοβαρών διαταραχών στην πλοήγηση που προκαλούνται από υδρολογικά/μετεωρολογικά φαινόμενα.
- Μέτρο 3. Αύξηση ευαισθητοποίησης (ενημερότητας) των διαφόρων ενδιαφερομένων μερών σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην πλωτή ναυσιπλοΐα.
- Μέτρο 4. Συνεργασία μεταξύ υπηρεσιών καιρού, ωκεανογραφικών ινστιτούτων και άλλων φορέων που παρέχουν εμπειρία και πόρους.

Δράση 2. Τεχνικό Περιεχόμενο

⁶ Εθνική Στρατηγική Για την Προσαρμογή Στην Κλιματική Αλλαγή, Δ/ση Κλιματικής Αλλαγής & Ποιότητας της Ατμόσφαιρας, Γενική Δ/ση Περιβαλλοντικής Πολιτικής, Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, (2016).

https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/legacy/Files/Klimatiki%20Allagi/Prosarmogi/20160406_ESPKA_teliko.pdf



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



- Μέτρο 1. Εξέταση αναγκαιότητας μετεγκατάστασης, επανασχεδιασμού και ενίσχυσης των κυματοθραυστών για την προστασία των λιμανιών και γενικότερα των υποδομών θαλάσσιων μεταφορών από μεγαλύτερα κύματα.
- Μέτρο 2. Παροχή επαρκών θέσεων ελλιμενισμού, αγκυροβολίων και εξοπλισμού ακτής για το χειρισμό (εξυπηρέτηση) μεγαλύτερου αριθμού σκαφών.
- Μέτρο 3. Παροχή επαρκών συστημάτων προφύλαξης (για σκάφη ελαφριάς κατασκευής ευαίσθητων σε μεγαλύτερη ζημία).
- Μέτρο 4. Μελέτη για αναγκαιότητα απομάκρυνσης ιζημάτων από το βυθό της θάλασσας, λόγω μεγάλων κυμάτων και πλημμυρών και προγραμματισμός σχετικών έργων σε περιοχές αυξημένης τρωτότητας.

Δράση 3. Νομοθετικό περιεχόμενο

- Μέτρο 1. Ασφάλιση των υποδομών για την αντιστάθμιση πιθανών ζημιών.
- Μέτρο 2. Έκδοση κατευθυντήριων οδηγιών για εφαρμογή άμεσων μέτρων δράσης.

Δράση 4. Ροή πληροφοριών και χρήση τεχνολογιών επικοινωνίας και πληροφορικής

- Μέτρο 1. Συνεχής παρακολούθηση των θερμοκρασιών περιβάλλοντος των έργων υποδομής (υποδομών).
- Μέτρο 2. Συλλογή, καταγραφή, απεικόνιση και ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με το βάθος νερού.

Στο πλαίσιο της προαναφερθείσας εκδήλωσης παρουσιάστηκε η «Επικαιροποίηση Μελέτης Επιπτώσεων Και Προσαρμογής Στην Κλιματική Αλλαγή – Τομέας Μεταφορών»⁷, σύμφωνα με την οποία η τυπολογία των άμεσων επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής στο Σύστημα Μεταφορών αναφορικά με τις ακτοπλοϊκές μεταφορές σχετίζεται μόνο με την αύξηση της μέσης στάθμης θάλασσας προκαλώντας:

- Φθορές και αυξημένη ανάγκη συντήρησης λιμενικών υποδομών και εγκαταστάσεων (με έμφαση σε υποδομές και εγκαταστάσεις που είναι ατελώς προστατευμένες) λόγω διάβρωσης από την εισροή υδάτων.
- Αύξηση κόστους προστασίας λιμένων (π.χ. ανύψωση κρηπιδωμάτων).

Αναφορικά με τις έμμεσες (δευτερογενείς) επιπτώσεις η παρουσίαση ανέφερε τα εξής:

Αύξηση μέσης στάθμης θάλασσας

- Καθυστερήσεις λόγω προβληματικής λειτουργίας λιμένων.
- Διαταραχές στη λειτουργία εφοδιαστικών αλυσίδων.
- Αποκοπή/μείωση προσβασιμότητας περιοχών που στηρίζονται στις ακτοπλοϊκές μεταφορές (π.χ. Νησιά) για την εξασφάλιση της συνδεσιμότητάς τους με άλλες περιοχές.

⁷ Επικαιροποίηση Μελέτης Επιπτώσεων Και Προσαρμογής Στην Κλιματική Αλλαγή – Τομέας Μεταφορών, Γιαννόπουλος, Γ.Α., Ζερεφός, Χρ., Μητσάκης, Ε., Καψωμενάκης, Ι., Μυλωνάς, Χρ. Παρουσίαση στο πλαίσιο της Συνάντησης Προόδου Εργασιών της Τράπεζας της Ελλάδος, 2023.

https://www.bankofgreece.gr/RelatedDocuments/Επισπτώσεις_στον_τομέα_των_%20μεταφορών_Παρουσίαση.pdf



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Αύξηση μέσης θερμοκρασίας

- Αυξημένη ανάγκη ψύξης εσωτερικών θαλάμων.

Αύξηση περιστατικών έντονης βροχόπτωσης, καταιγίδων ή/ και δυνητικών πλημμυρών

- Αναβολή ή ακύρωση προγραμματισμένων δρομολογίων (μόνο αν συνδυάζεται με άνεμο).

Η επιτροπή σύνταξης της παρουσίασης χώρισε την Ελλάδα σε πέντε (5) «κλιματικές» ζώνες προκειμένου να μελετήσει τις επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στα Συστήματα Μεταφορών:

- Ζώνη I: Δυτική Ελλάδα.
- Ζώνη II: Κεντρική Ελλάδα.
- Ζώνη III: Ανατολική Ελλάδα.
- Ζώνη IV: Κρήτη.
- Ζώνη V: Νησιωτική Ελλάδα.

Ένα από τα ενδιαφέροντα ευρήματα αφορά στον Πίνακα 3 που παρουσιάζει το μήκος και το ποσοστό των οδικών υποδομών (οδικών αξόνων) σε απόσταση 50 μέτρων από την ακτογραμμή. Η ανάλυση διαχωρίζει την εξάρτηση του υψομέτρου του εδάφους ως προς την ακτογραμμή. Ο Πίνακας 4 παρουσιάζει το εκτιμώμενο κόστος επαναχάραξης των οδικών υποδομών λόγω της αύξησης της Μέσης Στάθμης Θάλασσας (ΜΣΘ).

Πίνακας 2. Μήκος και ποσοστό οδικών υποδομών (οδικών αξόνων) σε απόσταση 50 μέτρων από την ακτογραμμή [Πηγή 7]

Ζώνη	Συνολικό μήκος οδικού δικτύου σε απόσταση μικρότερη από 50m από την ακτογραμμή (ανεξάρτητα από το υψόμετρο εδάφους)	Συνολικό μήκος οδικού δικτύου σε απόσταση μικρότερη από 50m από την ακτογραμμή και χαμηλό υψόμετρο εδάφους
I	18,3 χιλιόμετρα (2,92%) εκτεταμένου δικτύου (comprehensive network) 26,49 χιλιόμετρα (2,07%) επαρχιακού δικτύου	3,34 χιλιόμετρα (0,53%) εκτεταμένου δικτύου (comprehensive network) 11,17 χιλιόμετρα (0,87%) επαρχιακού δικτύου
II	26,47 χιλιόμετρα (3,12%) εκτεταμένου δικτύου (comprehensive network) 29,07 χιλιόμετρα (1,88%) επαρχιακού δικτύου	5,09 χιλιόμετρα (0,60%) εκτεταμένου δικτύου (comprehensive network) 8,64 χιλιόμετρα (0,56%) επαρχιακού δικτύου



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



III	8,55 χιλιόμετρα (0,76%) κεντρικού δικτύου (core network) 20,09 χιλιόμετρα (1,82%) εκτεταμένου δικτύου (comprehensive network) 119,29 χιλιόμετρα (4,43%) επαρχιακού δικτύου	3,54 χιλιόμετρα (0,31%) κεντρικού δικτύου (core network) 9,8 χιλιόμετρα (0,89%) εκτεταμένου δικτύου (comprehensive network) 58,43 χιλιόμετρα (2,17%) επαρχιακού δικτύου
IV	12,94 χιλιόμετρα (3,02%) εκτεταμένου δικτύου (comprehensive network) 23,07 χιλιόμετρα (5,22%) επαρχιακού δικτύου	6,04 χιλιόμετρα (1,41%) εκτεταμένου δικτύου (comprehensive network) 11,35 χιλιόμετρα (2,57%) επαρχιακού δικτύου
V	-	-
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	8,55 χλμ κεντρικού δικτύου, 78,61 χλμ εκτεταμένου, 197,92 χλμ επαρχιακού δικτύου	3,34 χλμ κεντρικού δικτύου, 24,27 χλμ εκτεταμένου, 89,59 χλμ επαρχιακού δικτύου

Πίνακας 3. Εκτιμώμενο κόστος επαναχάραξης των οδικών υποδομών λόγω της αύξησης της Μέσης Στάθμης Θάλασσας [Πηγή 7]

Σενάριο	RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
Περίοδος	2031-2060	2071-2100	2031-2060	2071-2100	2031-2060	2071-2100
Ζώνη I	€ 176.604.035	€ 190.865.216	€ 177.554.781	€ 191.136.857	€ 177.011.498	€ 196.569.688
Ζώνη II	€ 192.096.066	€ 209.157.510	€ 193.283.492	€ 209.532.486	€ 194.533.415	€ 217.032.022
Ζώνη III	€ 841.651.925	€ 916.233.786	€ 846.598.681	€ 917.629.025	€ 859.282.671	€ 945.533.804
Ζώνη IV	€ 238.571.471	€ 256.892.872	€ 239.989.198	€ 257.438.151	€ 239.989.198	€ 268.343.747
Ζώνη V	-	-	-	-	-	-
Σύνολο Χώρας	€ 1.448.923.497	€ 1.573.149.383	€ 1.457.426.152	€ 1.575.736.520	€ 1.470.816.782	€ 1.627.479.261

Ο Πίνακας 5 παρουσιάζει το εκτιμώμενο κόστος έμμεσων επιπτώσεων λόγω αύξησης των περιστατικών έντονης βροχόπτωσης, καταιγίδων και πλημμυρών που θα προκαλέσουν καθυστερήσεων σε επιβατικές και εμπορευματικές μεταφορές. Ο Πίνακας 6 συνοψίζει το εκτιμώμενο κόστος των οικονομικών επιπτώσεων στον τομέα των μεταφορών λόγω της Κλιματικής Αλλαγής.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Πίνακας 4. Εκτιμώμενο κόστος έμμεσων επιπτώσεων λόγω αύξησης των περιστατικών έντονης βροχόπτωσης, καταιγίδων και πλημμυρών που θα προκαλέσουν καθυστερήσεις σε επιβατικές και εμπορευματικές μεταφορές [Πηγή 7]

Σενάριο	RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
Χρονικό διάστημα	Έως το 2060	Έως το 2100	Έως το 2060	Έως το 2100	Έως το 2060	Έως το 2100
Ζώνη Ι	€ 51.152.201	€ 102.080.918	€ 32.551.401	€ 89.610.426	€ 25.576.101	€ 106.527.610
Ζώνη ΙΙ	€ 57.676.904	€ 157.533.890	€ 45.317.567	€ 135.522.949	€ 37.078.010	€ 176.840.669
Ζώνη ΙΙΙ	€ 421.561.479	€ 1.133.914.490	€ 351.301.233	€ 1.043.708.359	€ 316.171.110	€ 1.508.175.147
Ζώνη ΙV	€ 5.534.086	€ 14.070.591	-	€ 4.984.821	€ 2.767.043	€ 6.007.176
Ζώνη V	-	-	-	-	-	-
Σύνολο ζωνών	€ 535.924.670	€ 1.407.599.889	€ 429.170.201	€ 1.273.826.554	€ 381.592.263	€ 1.797.550.602

Πίνακας 5. Συνολικό εκτιμώμενο κόστος οικονομικών επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής στον τομέα των μεταφορών [Πηγή 7]

Κλιματικό φαινόμενο		2060 RCP8.5	2060 RCP4.5	2060 RCP2.6	2100 RCP8.5	2100 RCP4.5	2100 RCP2.6
Αύξηση Μέσης Στάθμης Θάλασσας	Οδικές	1,47 δις άπαξ	1,46 δις άπαξ	1,45 δις άπαξ	1,63 δις άπαξ	1,58 δις άπαξ	1,57 δις άπαξ
	Σιδ/κές	28,2 εκ άπαξ	28,1 εκ άπαξ	28 εκ άπαξ	31,2 εκ άπαξ	30,3 εκ άπαξ	30,3 εκ άπαξ
	Ακτοπλοϊκές	27,4 εκ άπαξ	23,7 εκ άπαξ	11,9 εκ άπαξ	69,1 εκ άπαξ	55,3 εκ άπαξ	27,6 εκ άπαξ
	Αεροπορικές	0,5 δις άπαξ	0,43 δις άπαξ	0,22 δις άπαξ	1,27 δις άπαξ	1 δις άπαξ	0,55 δις άπαξ
Αύξηση περιστατικών (εξαιρετικά) υψηλής θερμοκρασίας	Οδικές	15 εκ/έτος	11 εκ/έτος	5,7 εκ/έτος	65,7 εκ/έτος	17 εκ/έτος	5 εκ/έτος
	Σιδ/κές	0,9 εκ/έτος	0,3 εκ/έτος	0,15 εκ/έτος	1,6 εκ/έτος	0,4 εκ/έτος	0,1 εκ/έτος
	Ακτοπλοϊκές	-	-	-	-	-	-
	Αεροπορικές	-	-	-	-	-	-
Μείωση παγετώνων	Οδικές	- 1,5 εκ/έτος	- 1,3 εκ/έτος	- 1 εκ/έτος	- 3,2 εκ/έτος	- 1,8 εκ/έτος	- 1 εκ/έτος
	Σιδ/κές	- 0,3 εκ/έτος	- 0,3 εκ/έτος	- 0,2 εκ/έτος	- 0,6 εκ/έτος	- 0,4 εκ/έτος	- 0,3 εκ/έτος



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



	Ακτοπλοϊκές	-	-	-	-	-	-
	Αεροπορικές	-	-	-	-	-	-
Αύξηση περιστατικών ακραίας βροχόπτωσης και δυνητικών πλημμυρών	Οδικές	177 εκ/έτος	191 εκ/έτος	151 εκ/έτος	286 εκ/έτος	210 εκ/έτος	215 εκ/έτος
	Σιδ/κές	36,6 εκ/έτος	41,4 εκ/έτος	25,4 εκ/έτος	51 εκ/έτος	39,5 εκ/έτος	32 εκ/έτος
	Ακτοπλοϊκές	-	-	-	-	-	-
	Αεροπορικές	-	-	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΙΚΑ		2,03 δις άπαξ	1,94 δις άπαξ	1,71 δις άπαξ &	3 δις άπαξ	2,66 δις άπαξ	2,18 δις άπαξ
		&	&	&	&	&	&
		227,7	242,1	181,1	400,5	264,7	250,8
		εκ/έτος	εκ/έτος	εκ/έτος	εκ/έτος	εκ/έτος	εκ/έτος



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



2 Δείκτης Συνδεσιμότητας Εμπορευματικών Μεταφορών (Linear Shipping Connectivity Index) και Δείκτης Συνδεσιμότητας Εμπορευματικών Λιμενικών Υπηρεσιών (Port Linear Shipping Connectivity Index)

Η πρόσβαση των χωρών στις παγκόσμιες αγορές εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη μεταφορική τους διασύνδεση, ιδιαίτερα όσον αφορά τις κανονικές υπηρεσίες μεταφοράς για την εισαγωγή και εξαγωγή βιομηχανικών προϊόντων. Ο Δείκτης Συνδεσιμότητας Εμπορευματικών Μεταφορών (**LSCI**) ΝΑ ΜΠΕΙ ΟΛΟΓΡΑΦΩΣ, υποδεικνύει την ενσωμάτωση μιας χώρας στα παγκόσμια δίκτυα εμπορευματικών μεταφορών. Μια υψηλότερη τιμή συσχετίζεται με καλύτερη διασύνδεση.

Ο LSCI συμπληρώνεται από τον Δείκτη Συνδεσιμότητας Εμπορευματικών Λιμενικών Υπηρεσιών (**PLSCI**) ΝΑ ΜΠΕΙ ΟΛΟΓΡΑΦΩΣ, ο οποίος όπως και ο προηγούμενος επίσης δημοσιεύεται στο UNCTADstat. Στην πηγή αυτή, οι δείκτες LSCI και PLSCI αναπροσαρμόστηκαν το 2024 για να αντικατοπτρίζουν καλύτερα τα τρέχοντα χαρακτηριστικά των εμπορευματικών λιμανιών. Από το 2024, ο LSCI ορίζεται ως δείκτης ίσος με 100 για τη μέση τιμή της διασύνδεσης των χωρών στο πρώτο τρίμηνο (Q1) του 2023. Ο LSCI υπολογίζεται για όλες τις χώρες που εξυπηρετούνται από κανονικές υπηρεσίες εμπορευματικών μεταφορών με πλοία μεταφοράς κονταίνερ εντός των οποίων μεταφέρονται προϊόντα της μεταποίησης και ορισμένα ενδιάμεσα προϊόντα⁸.

Ο LSCI υπολογίζεται από τις εξής έξι (6) παραμέτρους:

1. Ο αριθμός των προγραμματισμένων κλήσεων πλοίων ανά εβδομάδα στη χώρα.
2. Η ετήσια χωρητικότητα σε μονάδες Twenty-Foot-equivalent (TEU): η συνολική χωρητικότητα που προσφέρεται στη χώρα.
3. Ο αριθμός των υπηρεσιών εμπορευματικών μεταφορών μέσω τακτικών γραμμών από και προς τη χώρα.
4. Ο αριθμός των εταιρειών εμπορευματικών μεταφορών που παρέχουν υπηρεσίες από και προς τη χώρα.
5. Το μέγεθος, σε TEU (Twenty-Foot-equivalent Units), του μεγαλύτερου πλοίου που χρησιμοποιείται σε υπηρεσίες από και προς τη χώρα.
6. Ο αριθμός άλλων χωρών που συνδέονται με τη χώρα μέσω άμεσων υπηρεσιών εμπορευματικών μεταφορών (ως άμεση υπηρεσία ορίζεται ως μια κανονική υπηρεσία μεταξύ δύο χωρών· μπορεί να περιλαμβάνει ενδιάμεσες στάσεις, αλλά η μεταφορά ενός εμπορευματοκιβωτίου δεν απαιτεί μεταφόρτωση).

Ο δείκτης υπολογίζεται ως εξής: Για κάθε στοιχείο, διαιρούμε την τιμή της χώρας με τη μέση τιμή του στοιχείου στο Q1 2023 και στη συνέχεια υπολογίζουμε το μέσο όρο των έξι στοιχείων για τη χώρα. Ο μέσος όρος των στοιχείων για μια δεδομένη χώρα και τρίμηνο πολλαπλασιάζεται με 100. Το αποτέλεσμα είναι ένας μέσος LSCI ίσος με 100 στο Q1 2023. Όλοι οι υπόλοιποι δείκτες σχετίζονται με αυτή την τιμή. Αυτή η

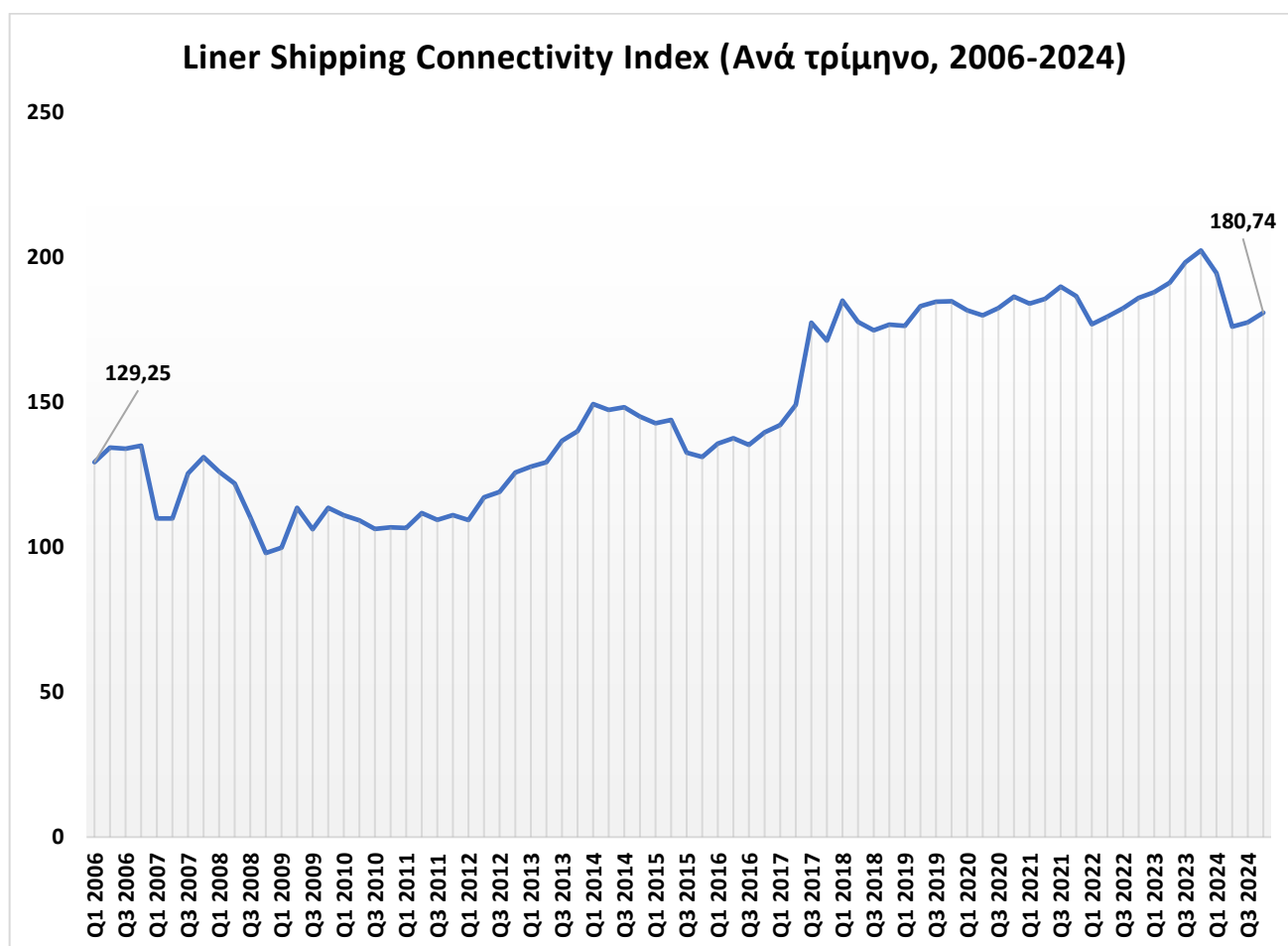
⁸ Linear shipping connectivity index, quarterly. UN Trade & Development, Data Hub.

<https://unctadstat.unctad.org/datacentre/reportInfo/US.LSCI>



κλιμάκωση εφαρμόστηκε τον Μάρτιο του 2024 για ολόκληρη τη σειρά (από το Q1 2006). Πρόκειται για αλλαγή σε σχέση με την προηγούμενη μεθοδολογία υπολογισμού, όπου τα στοιχεία και ο δείκτης κλιμακώνονταν ως προς τη μέγιστη τιμή στο Q1 2006.

Το Σχήμα 9 παρουσιάζει την εξέλιξη της τιμής του δείκτη LSCI για το σύνολο των ελληνικών λιμένων για το χρονικό διάστημα 2006—2024 ανά τρίμηνο⁹ ενώ το Σχήμα 10 την εξέλιξη του δείκτη PLSCI για τους λιμένες Ηρακλείου, Πειραιά, Θεσσαλονίκης και Βόλου για το χρονικό διάστημα 1^ο τρίμηνο 2006 – 1^ο τρίμηνο 2021⁹.



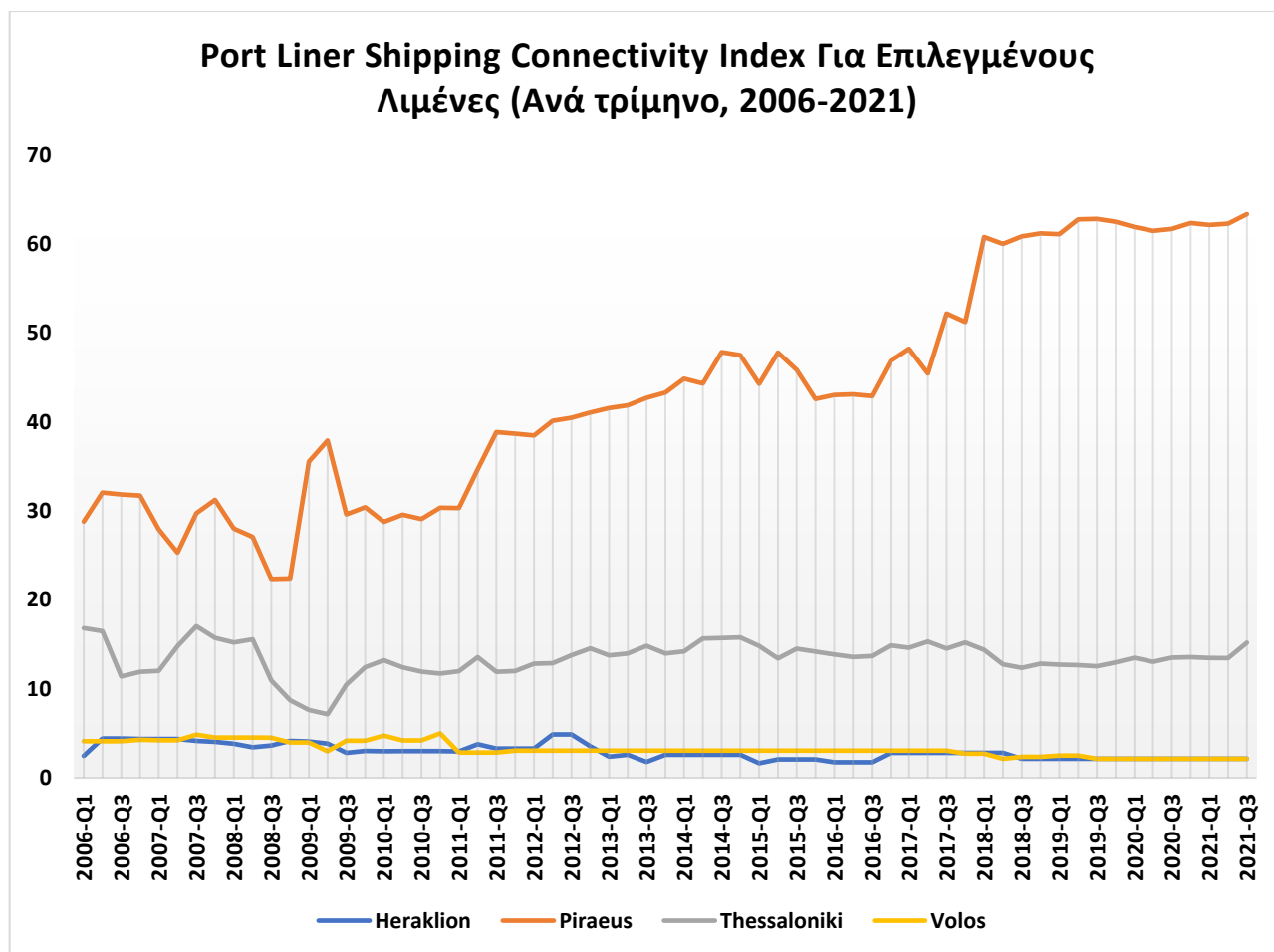
Σχήμα 9. Εξέλιξη της τιμής του δείκτη LSCI των ελληνικών λιμένων για το χρονικό διάστημα 2006-2024 ΠΗΓΗ?

⁹ Port Linear shipping connectivity index, quarterly. DB NOMICS, [https://db.nomics.world/UNCTAD/PLSCIQ?dimensions=%7B%22port%3A%5B%22greece-astakos%22%22greece-heraklion%22%22greece-laurium%22%22greece-piraeus%22%22greece-thessaloniki%22%22greece-volos%5D%7D&offset=30&tab=list](https://db.nomics.world/UNCTAD/PLSCIQ?dimensions=%7B%22port%3A%5B%22greece-astakos%22%22%22greece-heraklion%22%22greece-laurium%22%22greece-piraeus%22%22greece-thessaloniki%22%22greece-volos%5D%7D&offset=30&tab=list)



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»





Σχήμα 10. Εξέλιξη της τιμής του δείκτη PLSCI λιμένων Ηρακλείου, Πειραιά, Θεσσαλονίκης και Βόλου για το χρονικό διάστημα 2006-2021 ΠΗΓΗ?

Για κάθε δείκτη I_j , όπου $j=1,...,8$, εφαρμόζεται λογαριθμικός μετασχηματισμός για να μειωθεί η ασυμμετρία των δεδομένων. Στη συνέχεια, κάθε δείκτης κανονικοποιείται σε κλίμακα 0 έως 100 χρησιμοποιώντας την εξής εξίσωση:

$$S_j = \frac{\ln(I_j) - \ln(I_j^{\min})}{\ln(I_j^{\max}) - \ln(I_j^{\min})} \times 100 \quad (1)$$

όπου:

- I_j είναι η αρχική τιμή του δείκτη j (π.χ. αριθμός πλοίων, χωρητικότητα σε TEU, αριθμός προγραμματισμένων αφίξεων πλοίων κ.λπ.),
- $I_{\min}$ και $I_{\max}$ είναι οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές του δείκτη j στο σύνολο των δεδομένων.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Ο συνολικός δείκτης LSCI υπολογίζεται ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των κανονικοποιημένων τιμών των οκτώ δεικτών:

$$LSCI = \sum_{j=1}^8 w_j \cdot S_j \quad (2)$$

όπου:

- w_j είναι το βάρος που αποδίδεται σε κάθε δείκτη. Συνήθως χρησιμοποιούνται ίσα βάρη εάν δεν έχει οριστεί κάποια διαφοροποίηση στη στάθμιση.

Ο Tsekeris (2022)¹⁰ διερεύνησε τρεις (3) κρίσιμες κρίσιμες παραμέτρους που επηρεάζουν τη βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη των νησιωτικών περιοχών στην Ελλάδα: τη νησιωτικότητα (insularity), την προσβασιμότητα (accessibility) και την οικονομική προσιτότητα (affordability), εστιάζοντας στον αντίκτυπο του κόστους μεταφοράς όσον αφορά στη νησιωτικότητα και στην προσβασιμότητα των ελληνικών νησιών, καθώς και τις τιμές και τις δαπάνες των νοικοκυριών για (ιδιωτικές) μεταφορές στα νησιά. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης αναφορικά με την νησιωτικότητα παρουσιάζεται στον Πίνακα 7 (ιεραρχικά βάσει της τιμής του δείκτη) τόσο ως προς την απόλυτη τιμή του δείκτη όσο και ως προς τις κανονικοποιημένες τιμές του. Ο Δείκτης Νησιωτικότητας υπολογίστηκε βάσει του πληθυσμού των λιμένων αλλά και του μεταφορικού κόστους από και προς αυτούς με τον λιμένα εξυπηρέτησης στην ηπειρωτική Ελλάδα και εκφράζει το επίπεδο απομόνωσης εκάστης νήσου και υποδηλώνει ότι οι πιο απομακρυσμένες χώρες/περιοχές αναμένεται να συναλλάσσονται λιγότερο από εκείνες (παρόμοιου μεγέθους) που είναι γεωγραφικά καλά τοποθετημένες κοντά σε μεγάλες αγορές, ενώ εάν οι κοντινές χώρες/περιοχές είναι μεγάλες, τότε το μέγεθος της απόστασης γίνεται λιγότερο σχετικό. Ο υπολογισμός του δείκτη απομόνωσης βασίζεται εδώ στο γενικευμένο κόστος μεταφοράς (σε ευρώ), το οποίο είναι συνάρτηση του χρόνου σύνδεσης με το πλοίο (σε ώρες) και της απόστασης σύνδεσης (σε χιλιόμετρα ή χλμ.), σταθμισμένο αντίστοιχα με τον συντελεστή χρονικής αξίας (σε ευρώ/ώρα) και τον συντελεστή κόστους χιλιομέτρου (σε ευρώ/χλμ.) που αντιστοιχεί σε κάθε ζεύγος περιοχών και τον εκτιμώμενο πληθυσμό κάθε νησιού.

Πίνακας 6. Ιεράρχηση ελληνικών νήσων βάσει της τιμής του Δείκτη Νησιωτικότητας¹⁰¹

Νήσος	Τιμή Δείκτη Νησιωτικότητας	Κανονικοποιημένη Τιμή Δείκτη
Αγαθονήσι	1,238	1,000
Ανάφη	1,165	0,932

¹⁰ Tsekeris, T. (2023). Insularity, Accessibility, and Affordability of Transport Services in Greek Islands. In: Nathanail, E.G., Gavanis, N., Adamos, G. (eds) Smart Energy for Smart Transport. CSUM 2022. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23721-8_84



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Σίκινος	1,158	0,925
Μεγίστη	1,150	0,917
Άγιος Ευστράτιος	1,137	0,905
Σχοινούσα	1,122	0,891
Χάλκη	1,119	0,888
Κουφονήσι	1,031	0,807
Τήλος	1,017	0,793
Ψαρά	1,014	0,790
Κάσσος	1,005	0,782
Νίσυρος	0,965	0,744
Λειψοί	0,953	0,734
Φολέγανδρος	0,939	0,721
Κίμωλος	0,892	0,676
Αστυπάλαια	0,883	0,668
Φούρνοι	0,875	0,661
Σύμη	0,873	0,658
Αμοργός	0,826	0,615
Αντίπαρος	0,822	0,611
Ίος	0,809	0,599
Κάρπαθος	0,802	0,592
Πάτμος	0,785	0,577
Σέριφος	0,780	0,572
Σίφνος	0,733	0,527
Λέρος	0,717	0,512
Αλόνησος	0,701	0,498
Ικαρία	0,695	0,492
Λήμνος	0,695	0,492
Μήλος	0,680	0,478
Κάλυμνος	0,673	0,471
Κύθνος	0,662	0,461
Θήρα	0,636	0,437
Σκόπελος	0,636	0,437
Τήνος	0,635	0,436
Κως	0,633	0,434
Σάμος	0,625	0,426
Μύκονος	0,624	0,426
Σπέτσες	0,611	0,413
Πάρος	0,611	0,413
Νάξος	0,607	0,410
Χίος	0,606	0,409
Ρόδος	0,594	0,397
Λέσβος	0,588	0,392
Ιθάκη	0,580	0,384



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Σκιάθος	0,578	0,383
Αγκίστρι	0,577	0,382
Παξοί	0,575	0,380
Σύρος	0,565	0,371
Σαμοθράκη	0,559	0,365
Κέα	0,544	0,351
Σκύρος	0,543	0,350
Πόρος	0,538	0,346
Άνδρος	0,535	0,343
Μεγανήσι	0,535	0,342
Ηράκλειο	0,501	0,311
Κύθηρα	0,483	0,294
Κεφαλλονιά	0,442	0,255
Αίγινα	0,437	0,251
Ζάκυνθος	0,395	0,212
Κέρκυρα	0,383	0,200
Θάσος	0,381	0,198
Αμμουλιανή	0,337	0,158
Ελαφόνησος	0,320	0,141
Σαλαμίνα	0,169	0,000

ΠΗΓΗ

Αξίζει να σημειωθεί πως σε Τεχνική Έκθεση τον Μάρτιο του 2022 από το ανεξάρτητο επιστημονικό ερευνητικό ινστιτούτο RTI International με τίτλο “Act Now or Play Later: The Costs of Climate Inaction for Ports and Shipping”¹¹ και στη βάση αναλύσεων τόσο από προγενέστερες μελέτες αναφέρεται πως το μέσο κόστος ανά τ.μ. λιμενικής υποδομής για την αντιμετώπιση της ανύψωσης της Μέσης Στάθμης της θάλασσας είτε αυτόνομα είτε συνδυαστικά με την ανύψωση λόγω κυματισμού υπολογίστηκε στα 89-129US\$ για το έτος 2050 και 111-150US\$ για το έτος 2100, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 7. Μέσο κόστος αντιμετώπισης του κινδύνου ανύψωσης της Μέσης Στάθμης της θάλασσας για λιμενικές εγκαταστάσεις [Πηγή 11]

Έτος	2050	2100
Ανύψωση Μέσης Στάθμης (m)	0,27	0,84
Συνδυαστική ανύψωση και λόγω κυματισμού	0,38	0,76
Μέσο Κόστος (ανά τ.μ. σε US\$)	89-129	111-150

¹¹ Van Houtven, G., Gallaher, M., Woollacott, J., & Decker, E. (2022). *Act Now or Pay Later: The Costs of Climate Inaction for Ports and Shipping*. RTI International. Retrieved from: <https://www.edf.org/sites/default/files/press-releases/RTI-EDF%20Act%20Now%20or%20Pay%20Later%20Climate%20Impact%20Shipping.pdf>



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



3 Αξιολόγηση Οικονομικών Επιπτώσεων Λιμένων λόγω Κλιματικής Αλλαγής

Η αξιολόγηση των οικονομικών επιπτώσεων σε λιμάνια λόγω της κλιματικής αλλαγής απαιτεί μια πολυδιάστατη προσέγγιση, που συνδυάζει δεδομένα για τις φυσικές καταστροφές με τις επιπτώσεις στις επιχειρηματικές δραστηριότητες και την κοινωνία. Παράλληλα, η ανάλυση αυτή πρέπει να λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως οι επενδύσεις που απαιτούνται για την προσαρμογή των υποδομών, οι επιπρόσθετες λειτουργικές δαπάνες και οι συνέπειες από πιθανές διακοπές λειτουργίας, οι οποίες, σε συνδυασμό, μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές απώλειες εισοδήματος και σε μεταβολές στο συνολικό εμπορικό κύκλο. Συνολικά, οι μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες αυξάνουν το ρίσκο για τα λιμάνια, επιβαρύνοντας τις επιχειρήσεις με πρόσθετο κόστος και καθιστώντας επιτακτική την ανάγκη για υιοθέτηση στρατηγικών προσαρμογής. Μέσω ολοκληρωμένων οικονομικών εκτιμήσεων και προγραμματισμένων επενδύσεων στις υποδομές, οι λιμένες μπορούν να βελτιώσουν την ανθεκτικότητά τους, μειώνοντας έτσι τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής τόσο στο επίπεδο των επιχειρήσεων όσο και της ευρύτερης οικονομία.

Οι Zhang & Lam (2015)¹² εξέτασαν τις οικονομικές επιπτώσεις που προκαλούν στα λιμάνια οι διακοπές λειτουργίας λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων, με έμφαση στους ισχυρούς ανέμους και τους τυφώνες. Η μελέτη επικεντρώνεται στα λιμάνια της Σαγκάης, του Νινγκμπό και της Σενζέν στην Κίνα και ανέπτυξαν μεθοδολογία για την ποσοτικοποίηση των οικονομικών απωλειών που προκύπτουν από τέτοιες διαταραχές.

Αρχικά, πραγματοποίησαν ανάλυση ιστορικών δεδομένων φορτοεκφόρτωσης οκτώ βασικών τερματικών σταθμών των λιμανιών της Σαγκάης και του Νινγκμπό για την περίοδο 2006-2013. Η ανάλυση βασίστηκε σε παλινδρόμηση που έλαβε υπόψη τόσο τη μακροπρόθεσμη τάση όσο και την εποχική κυκλικότητα, προκειμένου να αποτυπωθεί η μεταβλητότητα και οι διακυμάνσεις στον όγκο των εμπορευματικών ροών. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε κλιματική ανάλυση με δεδομένα ανέμων για την περίοδο 2011-2014, χρησιμοποιώντας την κλίμακα Beaufort ως μέτρο έντασης των ανέμων. Με βάση τις λιμενικές οδηγίες, όπως αναφέρουν οι συγγραφείς, θεωρείται ότι όταν η ένταση του ανέμου υπερβαίνει το επίπεδο 6 της κλίμακας (άνω των 38 χλμ/ώρα), η λειτουργία του λιμανιού διακόπτεται για 24 ώρες. Έτσι, εκτιμήθηκε ο αριθμός των πιθανών ημερών διακοπής λειτουργίας κάθε μήνα.

Η εκτίμηση των οικονομικών απωλειών βασίζεται στον συνδυασμό της πιθανότητας εμφάνισης τέτοιων ακραίων φαινομένων και των συνεπειών τους σε τέσσερις βασικές κατηγορίες: α) απώλεια φήμης του λιμανιού, β) απώλειες για τους αποστολείς (shippers), γ) απώλειες για τους μεταφορείς (carriers) και δ) απώλειες για το ίδιο το λιμάνι. Η απώλεια φήμης σχετίζεται με το αυξημένο κόστος ασφάλισης και τη μείωση της εμπιστοσύνης των συνεργατών, η οποία μπορεί να έχει μακροπρόθεσμες συνέπειες. Οι αποστολείς επιβαρύνονται κυρίως από το κόστος αποθήκευσης των εμπορευμάτων και την απώλεια κερδών λόγω καθυστερήσεων, ενώ οι μεταφορείς χάνουν έσοδα από την αδυναμία εκτέλεσης των δρομολογίων τους. Το λιμάνι, τέλος, υφίσταται άμεση απώλεια εσόδων από τη διακοπή των εργασιών φορτοεκφόρτωσης.

¹² Zhang, Y. and Lam, J.S.L. (2015). Estimating the economic losses of port disruption due to extreme wind events. *Ocean & Coastal Management*, 116, 300–310. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.08.009>



Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι οι οικονομικές απώλειες στις εξεταζόμενες από τους συγγραφείς περιοχές της Ασίας είναι εντονότερες την καλοκαιρινή περίοδο, ιδίως τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο, εξαιτίας της έξαρσης των τυφώνων. Το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής απώλειας (άνω του 80%) αφορά άμεσα στα λιμάνια, ενώ οι απώλειες για τους αποστολές είναι οι μικρότερες. Η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η ποσοτική εκτίμηση των κινδύνων αυτών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τη λήψη αποφάσεων από τις λιμενικές αρχές, τις ναυτιλιακές εταιρείες και τους ασφαλιστικούς φορείς. Η ανάλυση αναδεικνύει τη σημασία της ενσωμάτωσης των κλιματικών κινδύνων στον στρατηγικό σχεδιασμό των λιμανιών και τη διαχείριση των κινδύνων, προκειμένου να ενισχυθεί η ανθεκτικότητα των λιμενικών συστημάτων απέναντι στα ακραία καιρικά φαινόμενα. Παράλληλα, αναγνωρίζονται οι περιορισμοί της μελέτης, καθώς επικεντρώνεται αποκλειστικά στα εμπορευματοκιβώτια και δεν λαμβάνει υπόψη τις δευτερογενείς κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Το Διεθνές Εμπορικό Επιμελητήριο (International Chamber of Commerce) ανέθεσε στην εταιρεία συμβούλων Oxera να παρουσιάσει τη μεγάλη λίστα των επιπτώσεων και του κόστους που σχετίζονται με τα ακραία καιρικά φαινόμενα λόγω της κλιματικής αλλαγής και να ποσοτικοποιήσει τις απαιτούμενες δαπάνες. Συγκεκριμένα, σε έκθεσή της¹³ η Oxera (2024) ποσοτικοποίησε τις ζημιές σε φυσικά περιουσιακά στοιχεία και την απώλεια οικονομικής παραγωγής που σχετίζεται με τους πρόωρους θανάτους που προκαλούνται από ακραία καιρικά φαινόμενα παγκοσμίως από το 2014 έως το 2023. Στόχος δεν είναι ο προσδιορισμός ενός ακριβούς χρηματικού ποσού, αλλά μάλλον η προσφορά μιας ευρείας ένδειξης της κλίμακας αυτών των δαπανών, αναγνωρίζοντας ότι οι εκτιμήσεις βασίζονται μόνο σε ένα υποσύνολο των οικονομικών επιπτώσεων και είναι ενδεικτικές ως προς τη φύση τους. Η έκθεση αναγνωρίζει τις εξής επιπτώσεις:

- Ανθρώπινες επιπτώσεις — αφορούν τόσο τις επιπτώσεις στην υγεία όσο και τον κοινωνικό εκτοπισμό που προκαλείται από ακραία καιρικά φαινόμενα, καθώς και τους τρόπους με τους οποίους αυτές οι επιπτώσεις εντείνουν τις κοινωνικές ανισότητες και μειώνουν τη μακροπρόθεσμη παραγωγικότητα.
- Φυσικές επιπτώσεις — περιλαμβάνουν άμεσες ζημιές σε ιδιωτικές κατοικίες, εμπορικά ακίνητα και κρίσιμες υποδομές, καθώς και τις δευτερογενείς οικονομικές συνέπειες που προκύπτουν από αυτές τις ζημιές, όπως η αύξηση του κόστους ασφάλισης και η απώλεια παραγωγικότητας λόγω διαταραχής των αλυσίδων εφοδιασμού.
- Ευρύτερες επιπτώσεις — αφορούν τις πιο έμμεσες αλλά μακροχρόνιες οικονομικές συνέπειες, όπως η αποθάρρυνση των επενδύσεων και η επιβάρυνση των δημόσιων οικονομικών.

Οι Koks et al. (2019)¹⁴ σε δημοσίευσή τους κατέδειξαν πως στην Ευρώπη, οι μεγάλες πλημμύρες συμβαίνουν σχεδόν κάθε χρόνο και, λόγω της κλιματικής αλλαγής, η συχνότητα και το μέγεθός τους αναμένεται να αυξηθούν. Οι πλημμύρες μπορούν να επηρεάσουν ταυτόχρονα πολλές λεκάνες ποταμών, οδηγώντας σε υψηλά άμεσες ζημιές (π.χ. σε κτίρια και υποδομές) σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες. Ωστόσο, οι πλημμύρες προκαλούν επίσης έμμεσα οικονομικά αποτελέσματα, όπως το κόστος της οικονομικής ανάκαμψης μετά από μια πλημμύρα ή οι απώλειες παραγωγής σε περιοχές που δεν έχουν πλημμυρίσει, οι οποίες μεταδίδονται μέσω των δικτύων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι συγγραφείς παρουσίασαν μια ολοκληρωμένη ανάλυση

¹³ International Chamber of Commerce (ICC) and Oxera. *The economic cost of extreme weather events*. 7 November 2024. <https://iccwbo.org/wp-content/uploads/sites/3/2024/11/2024-ICC-Oxera-The-economic-cost-of-extreme-weather-events.pdf>

¹⁴ Koks et al. (2019) or Koks, E E, Thissen, M, Alfieri, L, De Moel, H, Feyen, L, Jongman, B, & Aerts, J C J H. (2019). The macroeconomic impacts of future river flooding in Europe. *Environmental Research Letters*, 14(8), 084042.



του κινδύνου πλημμύρας που περιλαμβάνει ρητά τις περιφερειακές οικονομικές αλληλεξαρτήσεις σε ηπειρωτική κλίμακα. Οι οικονομικές συνέπειες των πλημμυρών αξιολογήθηκαν αναλύοντας τις άμεσες τοπικές συνέπειες καθώς και τις έμμεσες επιδράσεις σε 270 περιοχές NUTS2, τόσο σε περιφερειακό όσο και σε τοπικό επίπεδο. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι οι οικονομικές επιπτώσεις εκτείνονταν πέρα από τις άμεσες ζημίες που συνήθως λαμβάνονται υπόψη. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι οι έμμεσες απώλειες μπορούν να αντισταθμιστούν έως και κατά 60% από τους οικονομικούς παράγοντες μέσω της εξεύρεσης εναλλακτικών προμηθευτών και αγορών εντός των υφιστάμενων εμπορικών τους σχέσεων. Τέλος οι συγγραφείς επεσήμαναν πως στο μέλλον, αυξήσεις στις οικονομικές απώλειες από πλημμύρες ποταμών (έως και 350%) αναμένονται για όλα τα σενάρια υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Οι Lucio et al. (2024)¹⁵ ανέλυσαν τις επιπτώσεις των καιρικών φαινομένων στα λιμάνια, βασιζόμενοι στη μέθοδο Μόντε Κάρλο, εκτέλεσαν χιλιάδες προσομοιώσεις με υποθετικά σενάρια καιρικών συνθηκών. Στην πραγματικότητα οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν μια μέθοδο που βασίζεται στις πιθανότητες, αντί να κάνουν απλές προβλέψεις, λαμβάνοντας υπόψη τις αβεβαιότητες που υπάρχουν στις κλιματικές προβλέψεις αλλά και στο πως τα στοιχεία υποδομής των λιμένων αντιδρούν σε αυτές. Οι προσομοιώσεις έλαβαν υπόψη στοιχεία όπως α) η αλλαγή του καιρού, β) ποια στοιχεία υποδομής του λιμένα κινδυνεύουν, γ) το βαθμό τρωτότητας αυτών των στοιχείων και δ) το βαθμό επιρροής των στοιχείων υποδομής ενός λιμένα μεταξύ τους.

Οι ερευνητές συγκρίνουν τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων με συγκεκριμένα όρια ασφαλείας. Ειδικά για τους μαθηματικούς τύπους που ανέπτυξαν οι συγγραφείς, αυτοί συνδέουν τις καιρικές συνθήκες με τα χαρακτηριστικά των κατασκευών, για να υπολογίσουν αν θα υπάρξει πρόβλημα. Αν οι υπολογισμοί δείξουν ότι ξεπερνιούνται τα όρια ασφαλείας, τότε υπάρχει κίνδυνος. Οι συγγραφείς πρότειναν ορισμένες μαθηματικές σχέσεις προκειμένου να υπολογίζεται με οικονομικούς όρους η επίπτωση ενός μοναδικού συμβάντος που διακόπτει τη λειτουργία του λιμένα¹⁶. Οι εξισώσεις αυτές αφορούν στον υπολογισμό των οικονομικών επιπτώσεων αποκλειστικά για τον λιμένα και όχι την τοπική ή ευρύτερη οικονομία. Λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες του έργου, οι προτεινόμενες εξισώσεις τροποποιήθηκαν ως κάτωθι.

Η εξίσωση (1) αφορά στον υπολογισμό της οικονομικής επίπτωσης στην υποδομή του λιμένα λόγω φαινομένων που προκαλεί η Κλιματική Αλλαγή:

$$V_i(t) = a * I_0 * (1 + r)^{t-1} * \left[\frac{\text{€}}{\text{event}} \right] \quad (1)$$

Όπου:

- I_0 = η αρχική επένδυση της υποδομής σε ευρώ (€)
- a = το κλάσμα της αρχικής επένδυσης που έχει υποστεί ζημία από το συμβάν ($0 < a < 1$)
- r = το Επιτόκιο Προεξόφλησης (discount rate)

Η εξίσωση (2) αφορά στον υπολογισμό με οικονομικούς όρους της μη λειτουργίας του λιμένα λόγω ενός συμβάντος που οφείλεται στην κλιματική αλλαγή και δύναται να εφαρμοστεί σε λιμένες που είτε

¹⁵ Lucio, D., Lara, J. L., Tomás, A., & Losada, I. J. (2024). Probabilistic assessment of climate-related impacts and risks in ports. *Reliability Engineering & System Safety*, 251, 110333. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2024.110333>



εξυπηρετούν επιβατικές μετακινήσεις αποκλειστικά είτε εμπορευματικές μεταφορές αποκλειστικά είτε και επιβατικές μετακινήσεις και εμπορευματικές μεταφορές.

$$O_i(t) = \left(\frac{NOP(t)}{H_{total}}\right) * \frac{1}{(1+r)^{(t-1)}} * \left\{ [W_{f0} * ((1 + g_f)^{(t-1)})] * [C_{f0} * ((1 + g_{cf})^{(t-1)})] + [W_{p0} * ((1 + g_p)^{(t-1)})] * [C_{p0} * ((1 + g_{cp})^{(t-1)})] \right\} \quad (2)$$

Όπου:

Παράμετρος	Περιγραφή	Μονάδες
$O_i(t)$	Οικονομική απώλεια λόγω διακοπής λειτουργίας στο έτος t (σε όρους Καθαρής Παρούσας Αξίας)	€ (ευρώ)
$NOP(t)$	Ώρες μη διαθεσιμότητας του λιμένα στο έτος t	Ώρες
H_{total}	Συνολικές ώρες πλήρους λειτουργίας του λιμένα στη διάρκεια ενός έτους	Ώρες (τυπικά 8760 ώρες/έτος)
r	Προεξοφλητικό επιτόκιο (discount rate)	Καθαρός αριθμός (π.χ. 0,03 για 3%)
W_{f0}	Αρχικός όγκος εμπορευμάτων που εξυπηρετείται στη βασική χρονιά (t = 1)	Τόνοι ή TEUs
g^f	Ετήσιος ρυθμός αύξησης εμπορευμάτων	Καθαρός αριθμός (π.χ. 0,02 για 2%)
C_{f0}	Έσοδο ανά μονάδα εμπορευμάτων στη βασική χρονιά (t = 1)	€/τόνο ή €/TEU
g_{cf}	Ετήσιος ρυθμός αύξησης της αξίας ανά μονάδα εμπορευμάτων	Καθαρός αριθμός
W_{p0}	Αρχικός αριθμός επιβατών στη βασική χρονιά (t = 1)	Αριθμός επιβατών
g_p	Ετήσιος ρυθμός αύξησης της επιβατικής κίνησης	Καθαρός αριθμός
C_{p0}	Έσοδο ανά επιβάτη στη βασική χρονιά (t = 1)	€/επιβάτη
g_{cp}	Ετήσιος ρυθμός αύξησης της αξίας ανά επιβάτη	Καθαρός αριθμός



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Αναλύοντας τη διεθνή βιβλιογραφία προκύπτει σύμφωνα με ένα γενικό πρότυπο¹⁶ πως η αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1 °C θα οδηγήσει σε αύξηση κατά 5% των ενεργειακών απαιτήσεων (με βάση την τρέχουσα τεχνολογία).

Στο πλαίσιο του έργου ResPorts εξετάστηκαν τα εξής «κατώφλια» για 155 λιμένες:

- Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10%.
- Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20%.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν καταδεικνύουν τα εξής:

1. Σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, εκτιμάται πως οι λιμένες που θα αντιμετωπίσουν τις υψηλότερες ενεργειακές ανάγκες λόγω αυξημένης θερμοκρασίας είναι οι εξής:
 - α. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10%.
 - i. Αίγινα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 118,0).
 - ii. Άγιος Κωνσταντίνος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 122,4).
 - iii. Αγκίστρι Αίγινας ((Μ.Ο. ημερών ανά έτος 118,0).
 - iv. Αμμουλιανή Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 122,1).
 - v. Αρκίτσα Φθιώτιδας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 122,4).
 - vi. Γλώσσα Σκοπέλου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 119,0).
 - vii. Ελευθερές (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 129,5).
 - viii. Μέγαρα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 120,9).
 - ix. Μυτιλήνη (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 120,5).
 - x. Ουρανούπολη Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 120,8).
 - xi. Πρίνος Θάσου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 128,8).
 - xii. Σκιάθος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 119,0).
 - xiii. Σκόπελος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 118,1).
 - xiv. Τρυπητή Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 122,1).
 - xv. Φανερωμένη Σαλαμίνας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 120,9).
 - β. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20%.
 - i. Πειραιάς (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 54,4).
 - ii. Αγία Μαρίνα Αίγινας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 52,6).
 - iii. Αλεξανδρούπολη (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 56,7).
 - iv. Βολισσός Χίου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 52,4).
 - v. Δάφνη Αγίου Όρους (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 54,2).
 - vi. Ερμιόνη (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 52,9).
 - vii. Θάσος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 57,5).

¹⁶ (UNCTAD (2017) Climate change impacts on coastal transport infrastructure in the Caribbean: enhancing the adaptive capacity of Small Island Developing States (SIDS), Climate Risk and Vulnerability Assessment Framework for Caribbean Coastal Transport Infrastructure. UNDA project 14150



- viii. Κεραμωτή (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 56,6).
 - ix. Κόστα Ερμιονίδας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 52,1).
 - x. Λευκάδα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 53,7).
 - xi. Μύρινα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 56,5).
 - xii. Πέραμα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 54,4).
 - xiii. Σαμοθράκη (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 56,5).
 - xiv. Σουβάλα Αίγινας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 52,6).
 - xv. Σπέτσες (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 52,1).
2. Σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, εκτιμάται πως οι λιμένες που θα αντιμετωπίσουν τις υψηλότερες ενεργειακές ανάγκες λόγω αυξημένης θερμοκρασίας είναι οι εξής:
- α. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10%.
 - i. Αίγινα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 159,0).
 - ii. Άγιος Κωνσταντίνος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 163,0).
 - iii. Αγκίστρι Αίγινας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 159,0).
 - iv. Αμμουλιανή Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 160,0).
 - v. Αρκίτσα Φθιώτιδας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 162,0).
 - vi. Γλώσσα Σκοπέλου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 148,0).
 - vii. Ελευθερές (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 164,0).
 - viii. Μέγαρο (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 162,0).
 - ix. Μέθανο (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 156,0).
 - x. Ουρανόπολη Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 155,0).
 - xi. Πρίνος Θάσου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 164,0).
 - xii. Σκιάθος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 148,0).
 - xiii. Σκόπελος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 148,0).
 - xiv. Τρυπητή Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 160,0).
 - xv. Φανερωμένη Σαλαμίνας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 162,0).
 - β. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20%.
 - i. Πειραιάς (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 78,4).
 - ii. Γαλατάς Τροιζήνας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 77,9).
 - iii. Γύθειο (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 80,1).
 - iv. Ερμιόνη (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 78,9).
 - v. Θεσσαλονίκη (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 79,3).
 - vi. Κέα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 77,9).
 - vii. Καβάλα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 78,5).
 - viii. Κόστα Ερμιονίδας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 77,8).
 - ix. Μαρμάρι (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 78,5).
 - x. Πέραμα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 78,4).
 - xi. Παλούκια Σαλαμίνας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 79,6).
 - xii. Πόρος Τροιζήνας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 77,9).
 - xiii. Πόρτο Χέλι (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 77,8).
 - xiv. Ραφήνα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 78,9).



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



- xv. Σαλαμίνα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 79,6).
- xvi. Σπέτσες (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 77,8).
3. Σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2010, εκτιμάται πως οι λιμένες που θα αντιμετωπίσουν τις υψηλότερες ενεργειακές ανάγκες λόγω αυξημένης θερμοκρασίας είναι οι εξής:
- α. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10%.
- i. Αίγινα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 195,7).
 - ii. Άγιος Κωνσταντίνος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 193,3).
 - iii. Αγκίστρι Αίγινας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 195,7).
 - iv. Αλόνησος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 191,4).
 - v. Αμμουλιανή Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 204,2).
 - vi. Αρκίτσα Φθιώτιδας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 192,4).
 - vii. Ερέτρια Εύβοιας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 213,1).
 - viii. Μέγαρο (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 198,1).
 - ix. Μέθανο (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 192,8).
 - x. Μυτιλήνη (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 194,9).
 - xi. Ουρανούπολη Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 202,3).
 - xii. Πρίνος Θάσου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 213,4).
 - xiii. Σκόπελος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 191,2).
 - xiv. Τρυπητή Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 204,2).
 - xv. Φανερωμένη Σαλαμίνας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 198,1).
- β. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20%.
- i. Άγιος Κωνσταντίνος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 94,9).
 - ii. Αλεξανδρούπολης (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 99,1).
 - iii. Αρκίτσα Φθιώτιδας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 95,6).
 - iv. Βολισσός Χίου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 91,2).
 - v. Δάφνη Αγίου Όρους (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 94,4).
 - vi. Ελευθερές (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 97,7).
 - vii. Ηγουμενίτσα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 90,2).
 - viii. Θάσος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 98,7).
 - ix. Θεσσαλονίκη (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 94,1).
 - x. Καλαμάτα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 99,3).
 - xi. Κεραμωτή (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 99,4).
 - xii. Λαύριο (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 89,7).
 - xiii. Μύρινα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 92,8).
 - xiv. Πρίνος Θάσου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 97,4).
 - xv. Σαμοθράκη (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 97,9).
4. Σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2010, εκτιμάται πως οι λιμένες που θα αντιμετωπίσουν τις υψηλότερες ενεργειακές ανάγκες λόγω αυξημένης θερμοκρασίας είναι οι εξής:
- α. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10%.
- i. Αίγινα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 285,3).



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



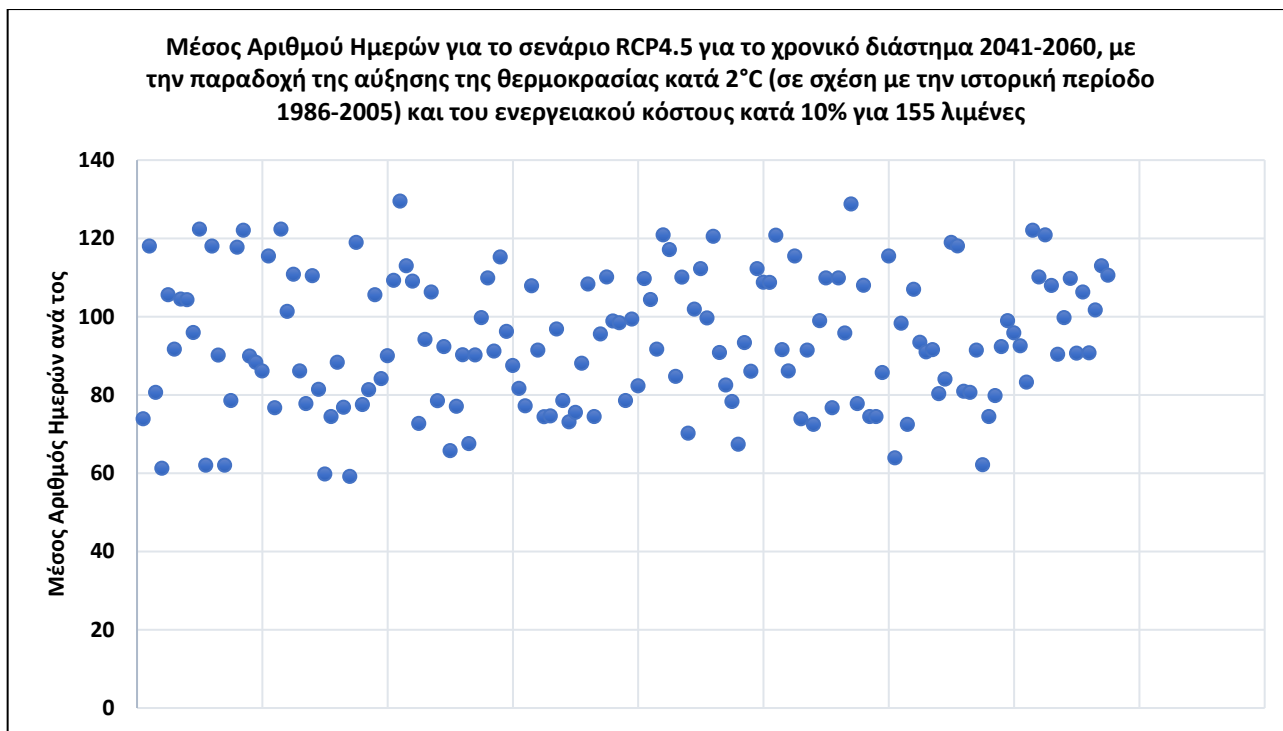
- ii. Αγία Πελαγία (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 281,7).
 - iii. Αγκίστρι Αίγινας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 285,3).
 - iv. Αμμουλιανή (Χαλκιδική) (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 282,5).
 - v. Αμοργός (Κατάπολα) (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 281,9).
 - vi. Ανάφη Κυκλάδων (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 282,6).
 - vii. Διακόφτι Κυθήρων (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 281,7).
 - viii. Διαφάνι Καρπάθου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 285,7).
 - ix. Ελευθερές (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 286,7).
 - x. Κάρπαθος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 286,9).
 - xi. Κάσος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 285,6).
 - xii. Μέγαρο (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 287,7).
 - xiii. Πρίνος Θάσου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 287,7).
 - xiv. Τρυπητή Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 282,5).
 - xv. Φανερωμένη Σαλαμίνας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 287,7).
 - xvi. Φολέγανδρος Κυκλάδων (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 281,9)
- β. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20%.
- i. Αίγινα (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 167,5).
 - ii. Άγιος Κωνσταντίνος (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 171,9).
 - iii. Αγκίστρι Αίγινας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 167,5).
 - iv. Αμμουλιανή Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 166,3).
 - v. Αρκίτσα Φθιώτιδας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 171,1).
 - vi. Ελευθερές (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 172,6).
 - vii. Ερέτρια Εύβοιας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 160,8).
 - viii. Μέγαρο (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 167,3).
 - ix. Μέθανο (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 165,2).
 - x. Μυτιλήνη (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 164,3).
 - xi. Ουρανόπολη Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 162,1).
 - xii. Πρίνος Θάσου (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 174,0).
 - xiii. Τρυπητή Χαλκιδικής (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 166,3).
 - xiv. Φανερωμένη Σαλαμίνας (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 167,3).
 - xv. Ωρωπός (Μ.Ο. ημερών ανά έτος 160,8).

Στο Σχήμα 11 παρουσιάζεται η διασπορά του Μέσου Αριθμού Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»





Σχήμα 11. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες

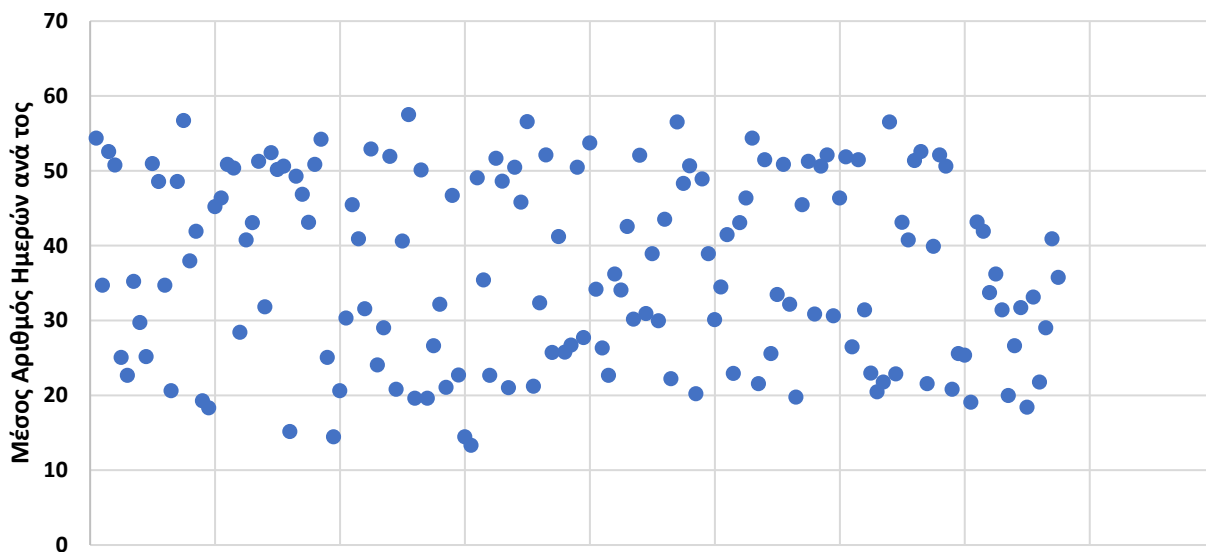
Στο Σχήμα 12 παρουσιάζεται η διασπορά του Μέσου Αριθμού Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες. Αντίστοιχα στα Σχήματα 13 και 14 παρουσιάζουν για το σενάριο RCP8.5 και το χρονικό διάστημα 2041-2060 το Μέσο Αριθμό Ημερών ανά έτος για τα δύο σενάρια αύξησης της θερμοκρασίας (2°C και 4°C) και του ενεργειακού κόστους (10% και 20%). Τα Σχήματα 15 και 16 παρουσιάζουν αντίστοιχα το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100 ενώ τα Σχήματα 17 και 18 το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»

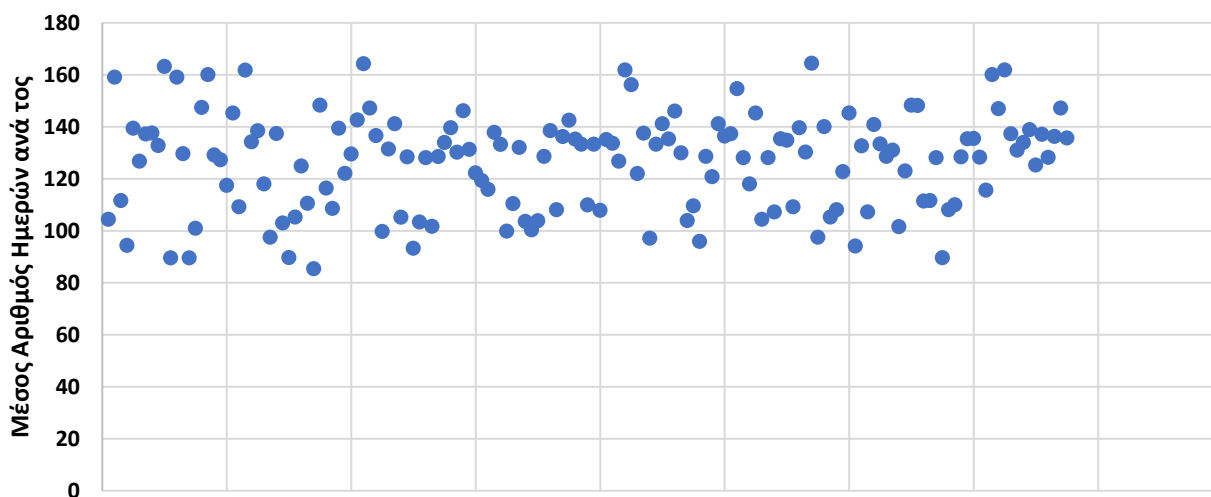


Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες



Σχήμα 12. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες

Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες



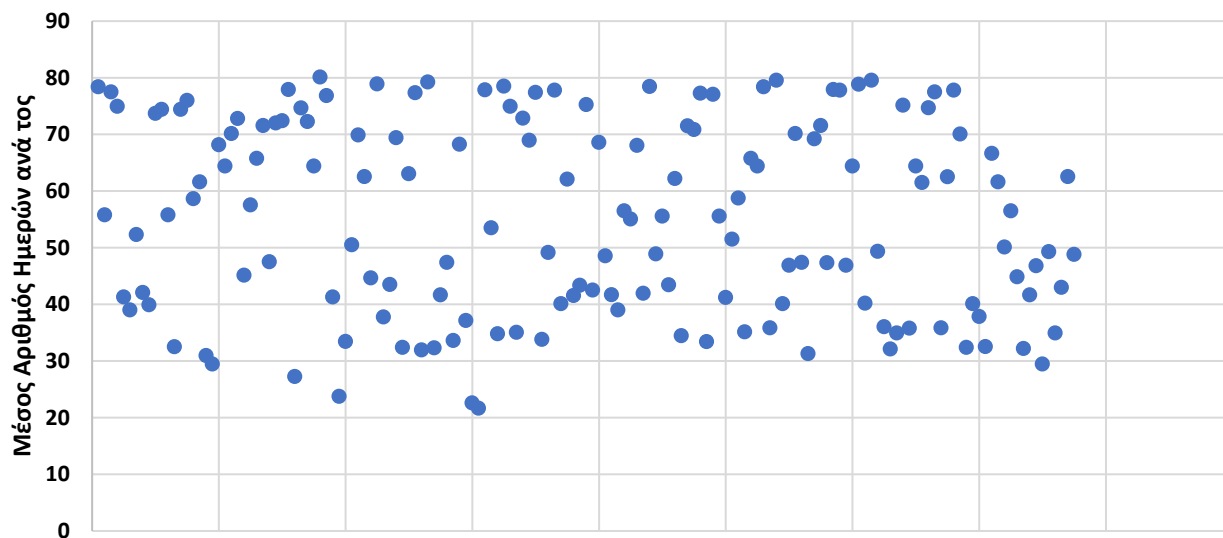
Σχήμα 13. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»

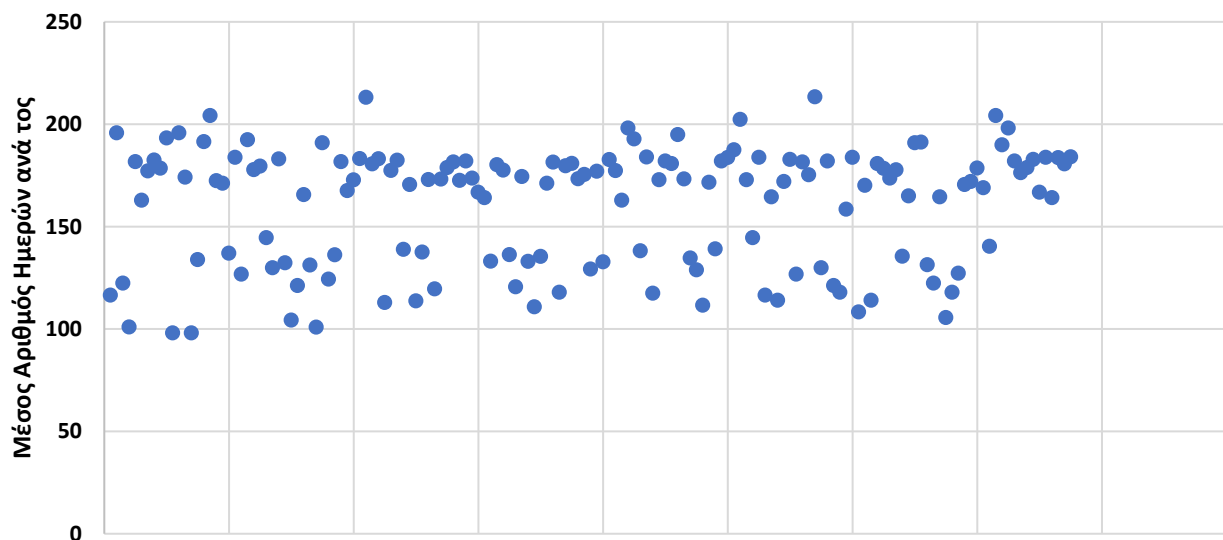


Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες



Σχήμα 14. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες

Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες



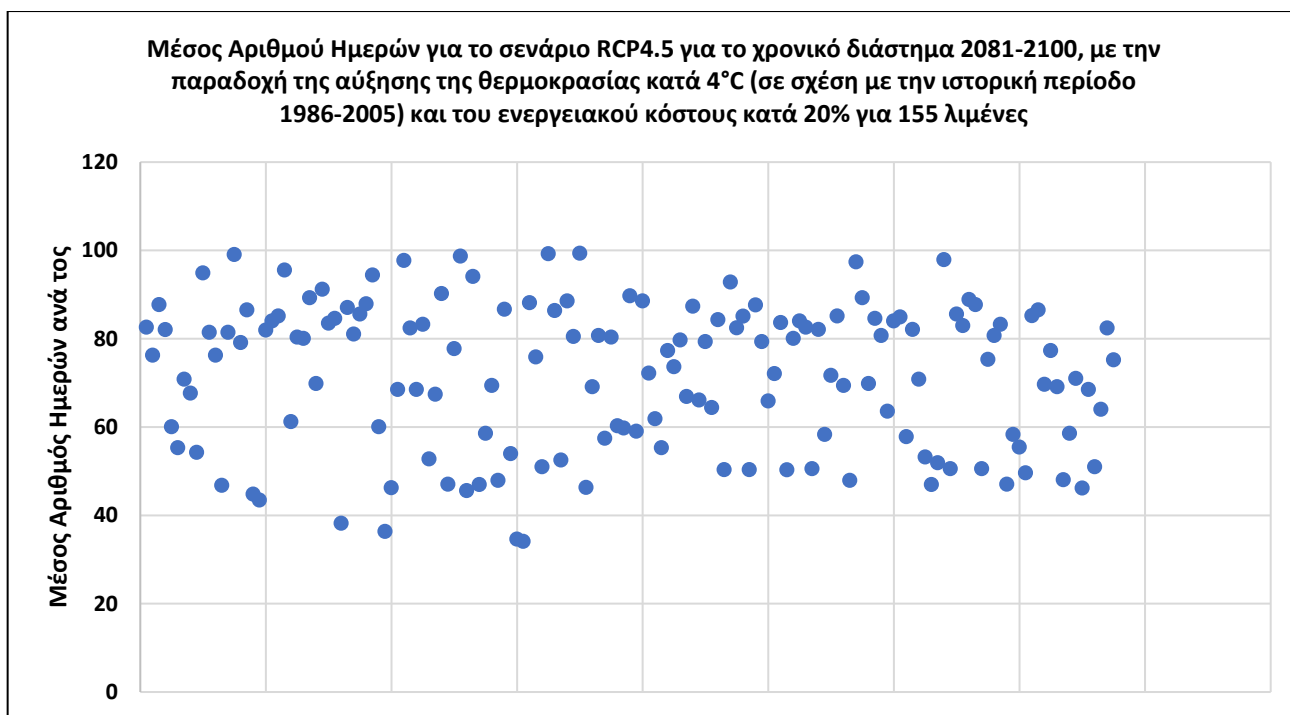
Σχήμα 15. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες



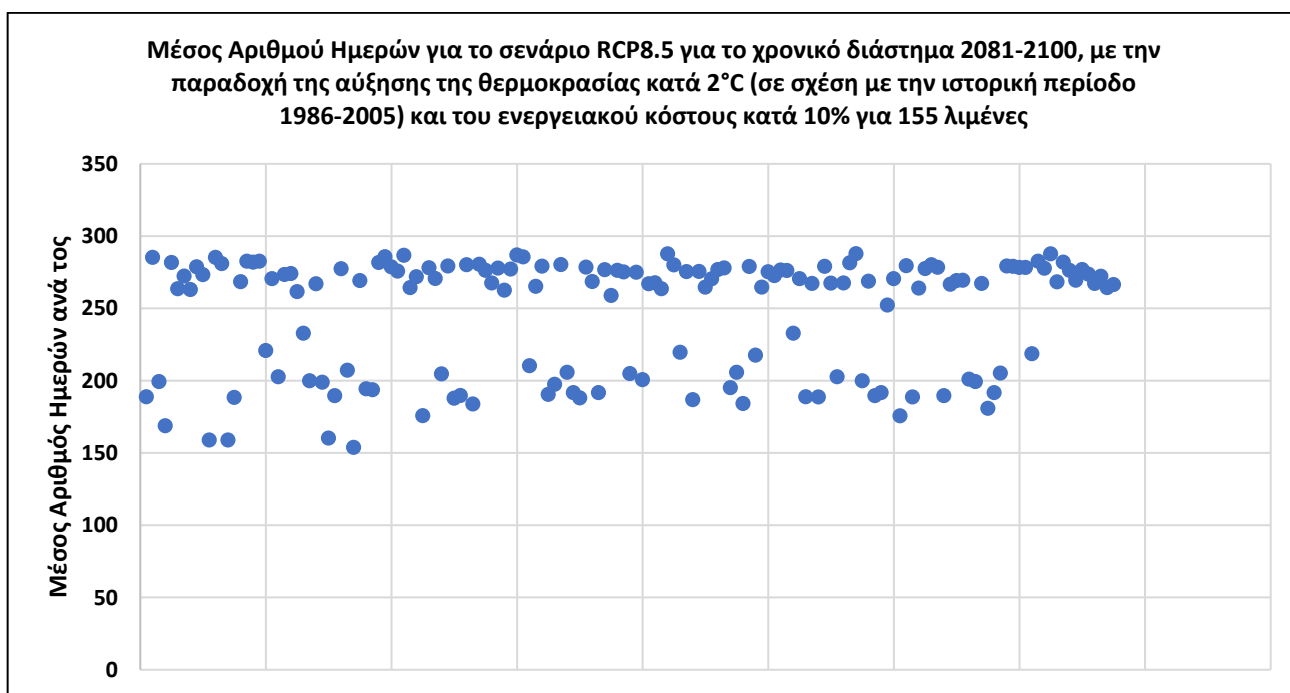
Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
& ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Σχήμα 16. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες



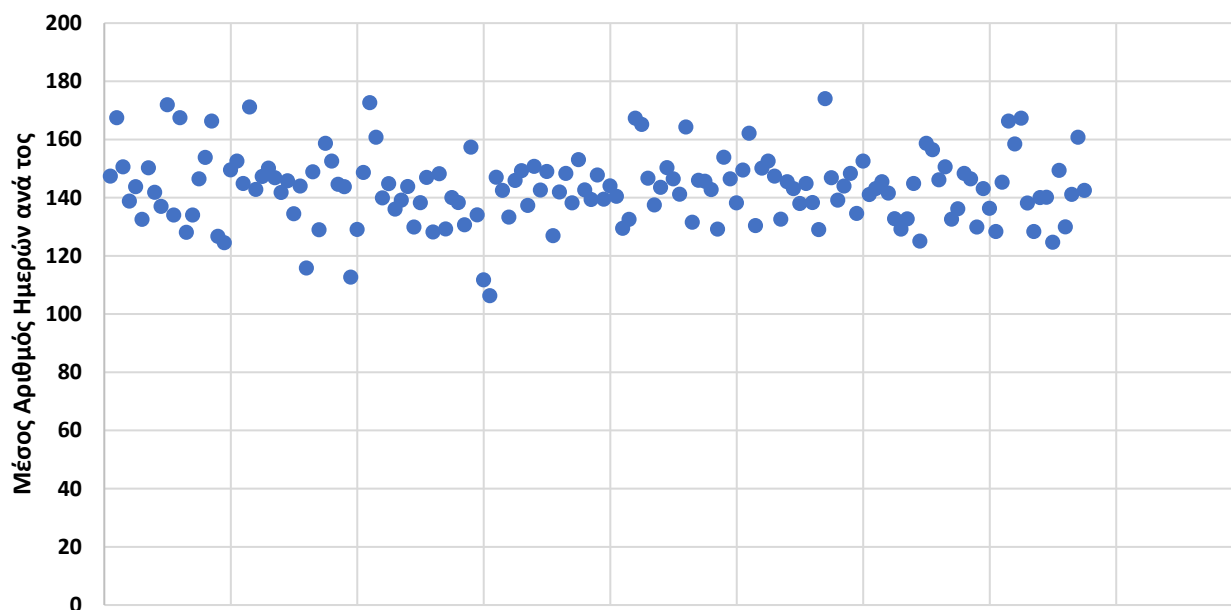
Σχήμα 17. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 10% για 155 λιμένες



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Μέσος Αριθμού Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες

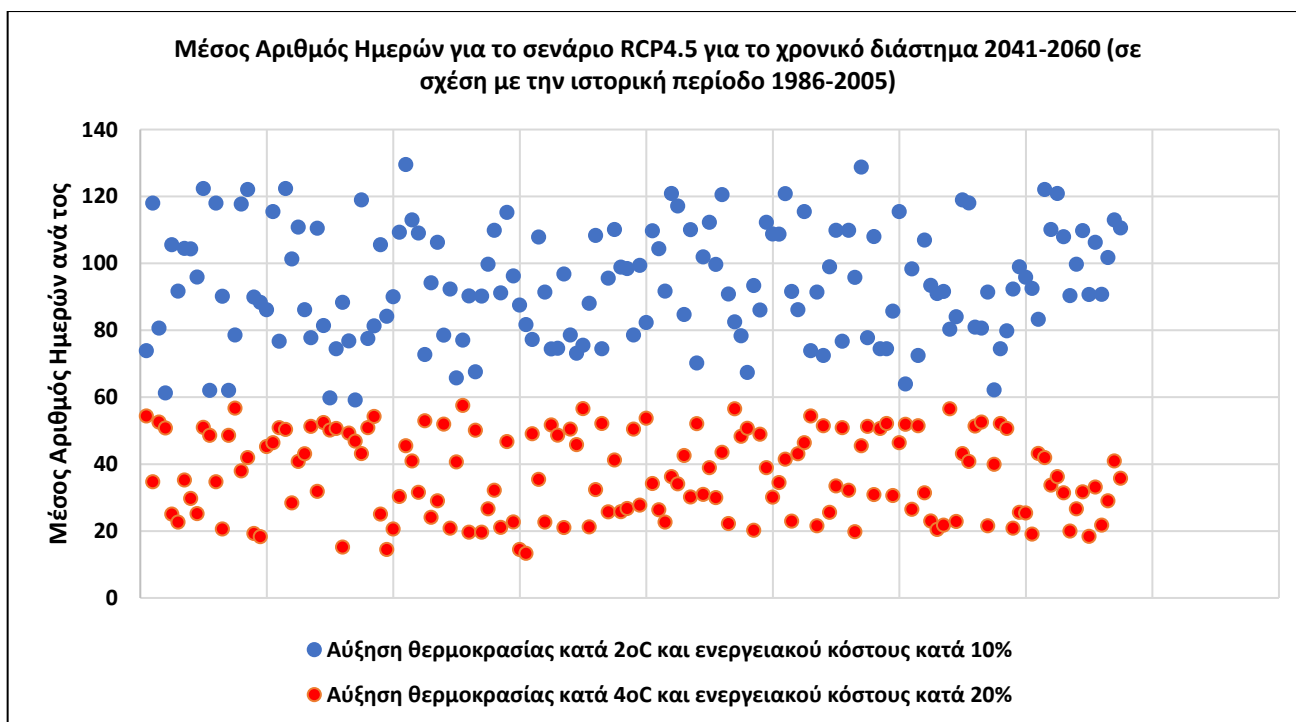


Σχήμα 18. Μέσος Αριθμού Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 4°C (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005) και του ενεργειακού κόστους κατά 20% για 155 λιμένες

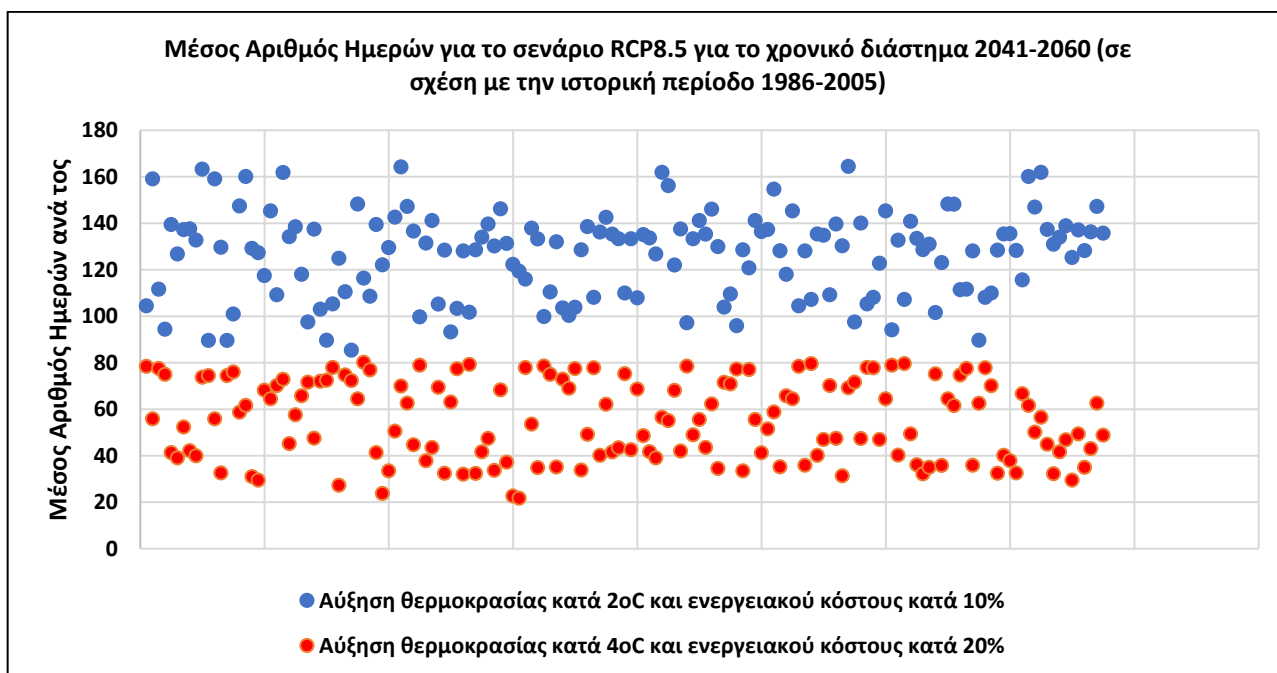


Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»





Σχήμα 19. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (μπλε χρώμα) και κατά 4°C (κόκκινο χρώμα) (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005)



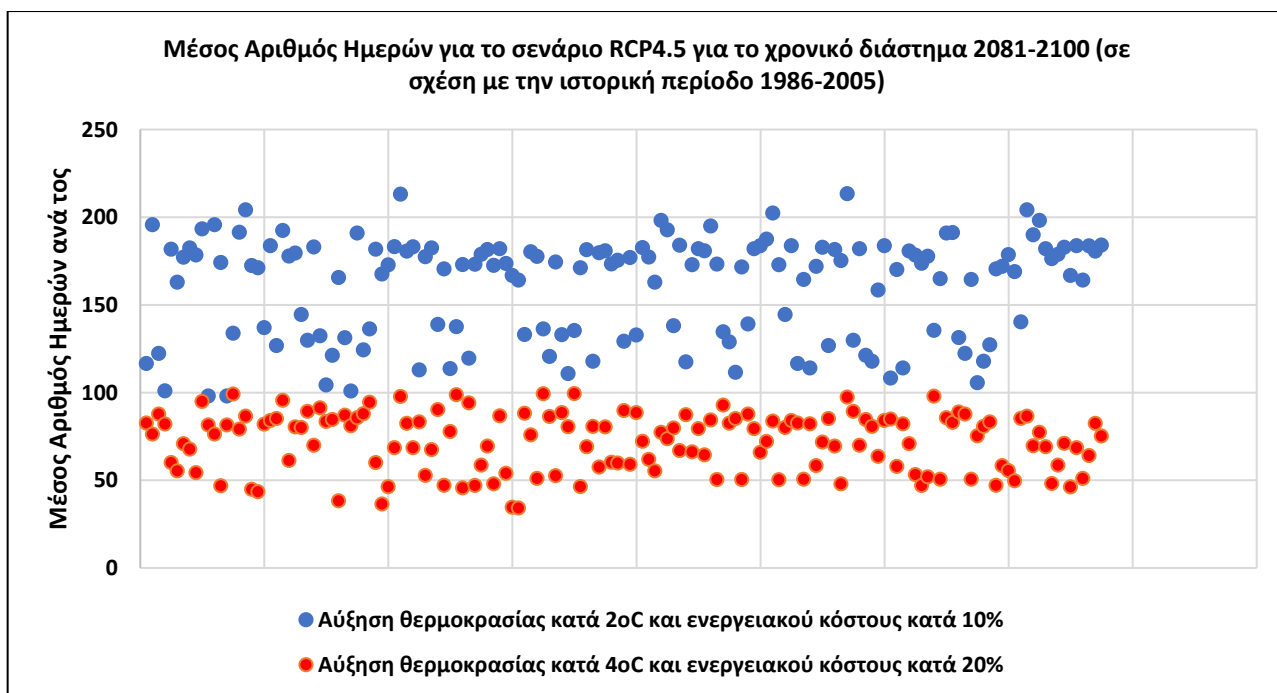
Σχήμα 20. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2041-2060, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (μπλε χρώμα) και κατά 4°C (κόκκινο χρώμα) (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005)



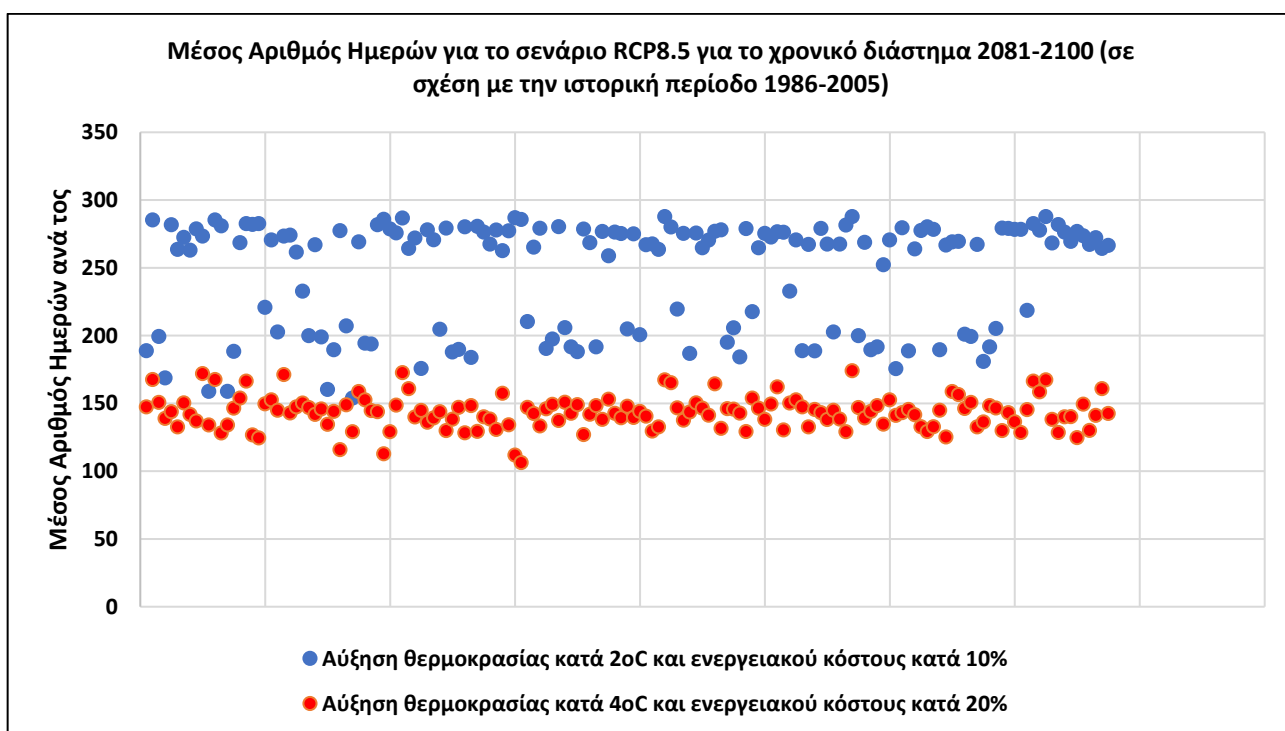
Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
& ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Σχήμα 21. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP4.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (μπλε χρώμα) και κατά 4°C (κόκκινο χρώμα) (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005)



Σχήμα 22. Μέσος Αριθμός Ημερών για το σενάριο RCP8.5 για το χρονικό διάστημα 2081-2100, με την παραδοχή της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C (μπλε χρώμα) και κατά 4°C (κόκκινο χρώμα) (σε σχέση με την ιστορική περίοδο 1986-2005)



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



4 Οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα

Η Τράπεζα της Ελλάδος, στο πλαίσιο της έρευνας της Επιτροπής Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής (ΕΜΕΚΑ) και της συμμετοχής της στο οκταετές έργο LIFE-IP AdaptInGR (2019-2026), πραγματοποίησε εκδήλωση τον Δεκέμβριο του 2023¹⁷, κατά την οποία παρουσιάστηκαν τα πρώτα ενδιάμεσα αποτελέσματα της επικαιροποίησης της έκθεσης «Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα», η οποία αποτέλεσε τη βάση του σχεδιασμού της Εθνικής Στρατηγικής για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή το 2015.

Στην εκδήλωση παρουσιάστηκαν τα νέα κλιματικά μοντέλα έως και το 2100, οι προβλεπόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε κρίσιμους τομείς, όπως η γεωργία και οι μεταφορές, και η πρώτη εκτίμηση της τρωτότητας από την κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα. Στην εκδήλωση ανακοινώθηκε πως έως το τέλος του 2024 αναμενόταν να δημοσιευθεί η τελική έκθεση, που θα περιλαμβάνει μεταξύ άλλων, τις κλιματικές μεταβολές των επόμενων δεκαετιών, τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους πιο ευάλωτους τομείς οικονομικής δραστηριότητας, την εκτίμηση τρωτότητας της ελληνικής οικονομίας στην κλιματική αλλαγή και την εκτίμηση του κόστους της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα.

Στην εκδήλωση παρουσιάστηκαν οι νέες κλιματικές προβολές με βάση τις οποίες:

- Η μέση θερμοκρασία μέχρι τα μέσα του αιώνα θα ανέβει σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1971-2000, από 1,2°C έως και 2°C ανάλογα με το σενάριο εξέλιξης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, με τις μεγαλύτερες αυξήσεις να παρατηρούνται εάν δεν ληφθούν μέτρα μετριασμού των εκπομπών αυτών. Η δεκαετία του 2050 περιλαμβάνει το σημείο καμπής, πέραν του οποίου η ανθρωπογενής παρέμβαση στο κλίμα θα είναι μη αναστρέψιμη. Μετά το 2060, η αύξηση στη μέση θερμοκρασία θα φτάσει τους 2°C έως και 5°C περίπου, ανάλογα με το σενάριο εκπομπών.
- Σημαντική θα είναι η αύξηση και του αριθμού ημερών με καύσωνα στα πεδινά, έως και κατά 10-15 ημέρες μέχρι τα μέσα του αιώνα και έως 30-50 μέρες μέχρι το 2100, εάν δεν ληφθούν μέτρα περιορισμού των εκπομπών CO₂.

- ο Η χώρα μας και η τον πίνακα σύγκρισης.
- ο Υπολογίζουμε τον **μέσο όρο** κάθε γραμμής, ο οποίος δίνει το **ιδιοδιάνυσμα προτεραιότητων** w.

2. Πολλαπλασιασμός του Πίνακα Σύγκρισης με το Διάνυσμα Βαρών

- ο Υπολογίζουμε το γινόμενο: AwA όπου:
 - A είναι ο πίνακας σύγκρισης,
 - w είναι το ιδιοδιάνυσμα προτεραιότητων.

3. Υπολογισμός της Μέγιστης Ιδιοτιμής (λ)

¹⁷ Δημοσίευση ενδιάμεσων αποτελεσμάτων των μελετών για την τρωτότητα και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα. Δελτίο Τύπου, Τράπεζα της Ελλάδος, <https://www.bankofgreece.gr/enimerosi/grafeio-typon/anazhthsh-enhmerwsewn/enhmerwseis?announcement=1a36875d-52eb-4dec-b46a-02eeeba09961>



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



- Διαιρούμε κάθε στοιχείο του γινομένου Aw με το αντίστοιχο στοιχείο του διανύσματος w .
- Παίρνουμε τον **μέσο όρο** των αποτελεσμάτων ως την εκτίμηση της μέγιστης ιδιοτιμής:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum \frac{(Aw)_i}{w_i} \quad (1)$$



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



5 Μεθοδολογία

Για την εκτίμηση των Οικονομικών Επιπτώσεων είναι δυνατή η χρήση της Αναλυτικής Ιεραρχικής Μεθόδου / Διαδικασίας (ΑΗΡ). Στο παρόν παραδοτέο εξετάσθηκαν δύο (2) εναλλακτικές μεθοδολογίες. Η Αναλυτική Ιεραρχική Μέθοδος/ Διαδικασία (ΑΗΡ) και η Αναλυτική Δικτυακή Μέθοδος/ Διαδικασία (ΑΝΡ). Η Αναλυτική Ιεραρχική Μέθοδος/ Διαδικασία (ΑΗΡ) είναι μια δομημένη μέθοδος λήψης αποφάσεων για σύνθετα προβλήματα με πολλαπλά κριτήρια, που αναπτύχθηκε από τον Thomas L. Saaty το 1980. Μέσω της ΑΗΡ, το πρόβλημα διαχωρίζεται σε τρία βασικά επίπεδα: **α)** τον τελικό στόχο της απόφασης, **β)** τα κριτήρια που επηρεάζουν την επιλογή και **γ)** τις εναλλακτικές επιλογές που εξετάζονται. Η διαδικασία ξεκινά με τον ορισμό του προβλήματος και την κατασκευή μιας ιεραρχικής δομής, όπου κάθε επίπεδο αξιολογείται αναλόγως. Η ΑΗΡ απευθύνεται σε φυσικά πρόσωπα που έχουν επαρκή γνώση για τα κριτήρια και τους παράγοντες που αξιολογούνται, όχι αποκλειστικά ειδικούς στον τομέα, αλλά φυσικά πρόσωπα που έχουν εμπειρία και ενδιαφέρον για το θέμα, ώστε οι συγκρίσεις και οι κρίσεις που δίνονται να είναι τεκμηριωμένες και αντικειμενικές.

Η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

1. **Κατασκευή Ιεραρχίας:** Ορίζεται το πρόβλημα και διαμορφώνεται η ιεραρχική δομή.
2. **Σύγκριση Ζευγών (Pairwise Comparison):** Οι αποφασίζοντες συγκρίνουν τα κριτήρια και τις εναλλακτικές ανά δύο, χρησιμοποιώντας συνήθως την κλίμακα του Saaty (1–9).
3. **Δημιουργία Πινάκων Σύγκρισης:** Οι αξιολογήσεις οργανώνονται σε πίνακες σύγκρισης.
4. **Υπολογισμός Βαρών:** Από τους πίνακες προκύπτουν τα βάρη κάθε υποκριτηρίου και κριτηρίου.
5. **Έλεγχος Συνέπειας:** Ελέγχεται ο δείκτης συνέπειας (Consistency Ratio - CR), ο οποίος πρέπει να είναι μικρότερος από 0,10 για να θεωρηθεί αξιόπιστη η διαδικασία.
6. **Τελική Κατάταξη:** Η συνολική βαθμολογία κάθε εναλλακτικής οδηγεί στη λήψη της απόφασης.

Η ΑΗΡ έχει το πλεονέκτημα της απλότητας και της δυνατότητας ποσοτικοποίησης ποιοτικών κριτηρίων, αλλά περιορίζεται από την υπόθεση ότι τα κριτήρια είναι ανεξάρτητα και από την πιθανότητα υποκειμενικότητας στις συγκρίσεις.

Η εναλλακτική μεθοδολογία που εξετάσθηκε είναι η ΑΝΡ. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία αποτελεί εξέλιξη της ΑΗΡ, αναπτύσσοντας μια πιο ευέλικτη προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη τις αλληλεξαρτήσεις και την ανατροφοδότηση μεταξύ των κριτηρίων και των εναλλακτικών επιλογών. Αντί για μια αυστηρή ιεραρχική δομή, η ΑΝΡ βασίζεται σε ένα δίκτυο όπου οι παράγοντες μπορούν να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους, προσφέροντας μια πιο ρεαλιστική απεικόνιση σύνθετων προβλημάτων. Η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

1. **Δομή Δικτύου:** Αντί για ιεραρχία, δημιουργείται ένα δίκτυο κόμβων (κριτήρια, υποκριτήρια, εναλλακτικές) με συνδέσεις.
2. **Σύγκριση Ζευγών:** Όπως και στην ΑΗΡ, γίνονται συγκρίσεις ανά δύο.
3. **Υπολογισμός Βαρών:** Υπολογίζονται τα τοπικά βάρη, λαμβάνοντας υπόψη την αλληλεπίδραση μεταξύ των στοιχείων.
4. **Υπερπίνακας (Supermatrix):** Δημιουργείται ένας αρχικός πίνακας (unweighted supermatrix), που περιλαμβάνει όλες τις αλληλεξαρτήσεις.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



5. **Κανονικοποίηση και Περιοδικός Υπερπίνακας (Limit Supermatrix):** Ο πίνακας εξισορροπείται, και οι τελικές προτεραιότητες υπολογίζονται.
6. **Τελική Κατάταξη:** Οι εναλλακτικές βαθμολογούνται και λαμβάνεται η απόφαση.

Αν και η ANP προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια και καλύτερη αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων, απαιτεί περισσότερους πόρους και εξειδικευμένα εργαλεία για την ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Η μεθοδολογία αυτή είναι ιδανική όταν τα κριτήρια και οι εναλλακτικές του προβλήματος παρουσιάζουν αλληλεξάρτηση, προσφέροντας μια πιο δυναμική και ολοκληρωμένη προσέγγιση στη λήψη αποφάσεων. Ο Πίνακας 8 παρουσιάζει συγκριτική θεώρηση των δύο (2) εναλλακτικών μεθοδολογιών που εξετάστηκαν (AHP και ANP).

Πίνακας 8. Συγκριτική θεώρηση Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας και Αναλυτική Δικτυακής Διαδικασίας [Ιδία επεξεργασία]

Χαρακτηριστικό	AHP	ANP
Δομή	Ιεραρχική (Στόχος – Κριτήρια – Εναλλακτικές)	Δικτυακή (Κόμβοι με αλληλεξαρτήσεις)
Αλληλεξάρτηση Κριτηρίων	Δεν υπάρχει	Υπάρχει
Ανατροφοδότηση	Δεν υπάρχει	Υπάρχει
Υπολογιστική Πολυπλοκότητα	Χαμηλή	Υψηλή
Ακρίβεια Αποτελεσμάτων	Επαρκής για ανεξάρτητα κριτήρια	Υψηλότερη σε πολύπλοκα συστήματα
Εφαρμογή	Λήψη αποφάσεων με σαφείς προτεραιότητες	Πολυκριτηριακά προβλήματα με αλληλεπιδράσεις

Τα προβλήματα που εξετάζονται στο παρόν παραδοτέο είναι διακριτής φύσης και ανήκουν στα προβλήματα κατάταξης και ταξινόμησης που προσελκύουν μεγαλύτερο ακαδημαϊκό και πρακτικό ενδιαφέρον, με εφαρμογές σε πολλούς τομείς, όπως το μάρκετινγκ, τα χρηματοοικονομικά, η αναγνώριση προτύπων κ.λπ. Η υπερκλάση των μοντέλων απόφασης αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως Πολυκριτηριακή Λήψη Αποφάσεων (MCDM) - ή Πολυκριτηριακές Μέθοδοι Λήψεως Αποφάσεων - η οποία αποτελεί κλάδο της γενικής κατηγορίας των μοντέλων επιχειρησιακής έρευνας - Operations Research (OR) που ασχολούνται με προβλήματα υπό την παρουσία πολλαπλών κριτηρίων απόφασης. Αυτή η κατηγορία χωρίζεται σε Πολυκριτηριακή Βελτιστοποίηση (MODM) και Πολυκριτηριακές Αποφάσεις (MADM). Η MODM μελετά προβλήματα απόφασης σε συνεχή χώρο, και η προσέγγιση Kuhn-Tucker, γνωστή ως διανυσματικό μέγιστο, αποτελεί πιθανότατα την πρώτη προσπάθεια επίλυσης τέτοιων προβλημάτων. Αντιθέτως, οι τεχνικές MADM επικεντρώνονται σε προβλήματα διακριτής φύσης. Από εδώ και στο εξής, οι όροι MCDM και MADM θα χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Όλες οι μέθοδοι MADM έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Αυτά είναι οι έννοιες των εναλλακτικών επιλογών και των χαρακτηριστικών (ή κριτηρίων, στόχων) όπως περιγράφονται παρακάτω:



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



- **Εναλλακτικές επιλογές:** Αντιπροσωπεύουν τις διαφορετικές επιλογές δράσης ή οντότητες που είναι διαθέσιμες στον λήπτη απόφασης. Συνήθως, το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών θεωρείται πεπερασμένο, κυμαινόμενο από μερικές έως εκατοντάδες. Οι εναλλακτικές πρέπει να ταξινομηθούν, να ιεραρχηθούν και τελικά να καταταθούν.
- **Πολλαπλά κριτήρια:** Κάθε πρόβλημα MADM συνδέεται με πολλαπλά κριτήρια. Τα κριτήρια αναφέρονται επίσης ως "στόχοι" ή "κριτήρια απόφασης" και κατανοούνται συνήθως ως παράμετροι ή χαρακτηριστικά. Αντιπροσωπεύουν τις διαφορετικές διαστάσεις από τις οποίες μπορούν να αξιολογηθούν οι εναλλακτικές επιλογές.
- **Σύγκρουση μεταξύ κριτηρίων:** Καθώς διαφορετικά κριτήρια αντιπροσωπεύουν διαφορετικές διαστάσεις των εναλλακτικών, ενδέχεται να βρίσκονται σε σύγκρουση μεταξύ τους. Για παράδειγμα, το κόστος μπορεί να συγκρούεται με το κέρδος.
- **Ασυμβίβαστες μονάδες μέτρησης:** Διαφορετικά κριτήρια μπορεί να σχετίζονται με διαφορετικές μονάδες μέτρησης. Για παράδειγμα, στην αγορά ενός μεταχειρισμένου αυτοκινήτου, το κόστος και η χιλιομετρική απόσταση μπορεί να μετρώνται σε δολάρια και χιλιάδες μίλια, αντίστοιχα.
- **Σταθμίσεις απόφασης:** Οι περισσότερες μέθοδοι MADM απαιτούν την ανάθεση βαρών στα κριτήρια απόφασης, τα οποία συνήθως κανονικοποιούνται ώστε το άθροισμά τους να είναι ένα.

Δεδομένων των παραπάνω ορισμών, το γενικό πρόβλημα MADM μπορεί να οριστεί ως εξής:

Ορισμός: Έστω ότι $A = \{A_i, \text{ για } i=1,2,3,\dots,M\}$ είναι ένα πεπερασμένο σύνολο εναλλακτικών αποφάσεων και $G = \{g_j, \text{ για } j=1,2,3,\dots,N\}$ ένα πεπερασμένο σύνολο στόχων σύμφωνα με τους οποίους κρίνεται η επιθυμητότητα μιας δράσης. Προσδιορίστε την βέλτιστη εναλλακτική A^* με τον υψηλότερο βαθμό επιθυμητότητας σε σχέση με όλους τους σχετικούς στόχους.

Η **Αναλυτική Ιεραρχική Μέθοδος (Διαδικασία) (Analytic Hierarchy Process- AHP)** είναι μια μέθοδος που αναπτύχθηκε από τον Saaty το 1977 και έχει συζητηθεί και βελτιωθεί από διάφορους επιστήμονες παγκοσμίως. Η AHP λειτουργεί μέσω της ανάπτυξης ιεραρχίας της λήψης απόφασης με ανακάλυψη συγκριτικών προτεραιοτήτων για εναλλακτικές και κριτήρια, με την ιεραρχική δομή να δημιουργείται από τον φορέα-λήπτη απόφασης. Ένα από τα πλεονεκτήματα της AHP είναι η ικανότητά της να συνδυάζει ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια και να τα μετατρέπει σε μία αριθμητική μορφή που διευκολύνει τη σύγκριση της επίδρασης, του ειδικού «βάρους» καθενός από αυτά για τη λήψη απόφασης όπως τα αποκαλύπτει με τη συγκριτική τους βαθμολόγηση ανά ζεύγη..

Η μεθοδολογία βασίζεται στην πραγματοποίηση συγκρίσεων ζεύγους στοιχείων και στην εξαγωγή πινάκων σύγκρισης, οι οποίοι επιτρέπουν την ιεράρχηση των επιλογών. Το κύριο χαρακτηριστικό της AHP είναι η χρησιμοποίηση ενός θεμελιώδους αριθμητικού συστήματος με τη χρήση κλίμακας 1-9 για την εκτίμηση της σχετικής σημασίας των κριτηρίων.

Η AHP είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν οι εναλλακτικές είναι περιορισμένες σε αριθμό, γεγονός που ισχύει και για τα κριτήρια καθώς ο αριθμός των συγκρίσεων αυξάνεται εκθετικά με τον αριθμό των κριτηρίων και των εναλλακτικών επιλογών. Η μέθοδος παρέχει επίσης τη δυνατότητα εκτίμησης του βαθμού συνέπειας των συγκρίσεων, βοηθώντας έτσι τον λήπτη απόφασης να διασφαλίσει τη λογικότητα των αξιολογήσεών του.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

1. Δομή του προβλήματος σε ιεραρχία:

- Καθορίζουμε τον γενικό στόχο (π.χ., επιλογή του καλύτερου προμηθευτή).
- Επιλέγουμε τα κριτήρια που επηρεάζουν την απόφαση.
- Προσδιορίζουμε τις εναλλακτικές επιλογές.

2. Σύγκριση ζευγών με χρήση της κλίμακας Saaty:

- Συγκρίνουμε τα κριτήρια μεταξύ τους, καθώς και τις εναλλακτικές ως προς κάθε κριτήριο.
- Χρησιμοποιούμε την **κλίμακα Saaty (1-9)** για να εκφράσουμε την προτίμηση μεταξύ δύο στοιχείων.

3. Δημιουργία πίνακα σύγκρισης και υπολογισμός βαρών:

- Χρησιμοποιούμε τον πίνακα σύγκρισης για να υπολογίσουμε τα βάρη των κριτηρίων και των εναλλακτικών.

4. Έλεγχος συνέπειας (Consistency Check):

- Υπολογίζουμε τον **δείκτη συνέπειας (CI)** και τον **συντελεστή συνέπειας (CR)**.
- Αν $CR \leq 0.1$, η συνέπεια θεωρείται αποδεκτή. Αν $CR > 0.1$, πρέπει να αναθεωρηθούν οι συγκρίσεις.

Σύγκριση Ζευγών και Εξαγωγή Βαρών

Ο Saaty εισήγαγε την ακόλουθη αριθμητική κλίμακα για τις συγκρίσεις:

Βαθμός	Ερμηνεία
1	Ίση σημασία
3	Μέτρια υπεροχή
5	Ισχυρή υπεροχή
7	Πολύ ισχυρή υπεροχή
9	Απόλυτη υπεροχή
2,4,6,8	Ενδιάμεσες τιμές

Πηγή: Saaty (1977).

Αν το στοιχείο **A** είναι 3 φορές πιο σημαντικό από το **B**, τότε $A/B=3A/B = 3$ και αντίστροφα $B/A=1/3B/A = 1/3$.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Παράδειγμα Σύγκρισης κατά Ζεύγη

Ας υποθέσουμε ότι σαν εταιρία με πλοία Ro-Ro αξιολογούμε τρία κριτήρια για την επιλογή λιμένα :

1. **Κόστος (C)**
2. **Ασφάλεια (S)**
3. **Άνεση** Εγκαταστάσεων Επιβατών (A)

Ο πίνακας σύγκρισης δημιουργείται ως εξής:

	C	S	A
C	1	1/3	1/5
S	3	1	1/2
A	5	2	1

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι εξαγωγής των σχετικών βαρών (ιδιοδιανυσμάτων). Ο Saaty¹⁸ παρουσίασε μεθόδους για την εξαγωγή της λ , δηλαδή της μέγιστης ιδιοτιμής:

$$A_w = \lambda \max w$$

όπου:

- A είναι ο πίνακας σύγκρισης,
- w είναι το ιδιοδιάνυσμα (το διάνυσμα βαρών),
- λ είναι η μέγιστη ιδιοτιμή (maximum eigenvalue)

Ο υπολογισμός της **μέγιστης ιδιοτιμής λ** στην AHP γίνεται ως εξής:

4. **Κατασκευή του Πίνακα Σύγκρισης**
Ορίζουμε τον **τετραγωνικό πίνακα σύγκρισης AA**, όπου το στοιχείο a_{ij} δείχνει τη σχετική σημασία του κριτηρίου i έναντι του j .
5. **Υπολογισμός του Ιδιοδιανύσματος Προτεραιοτήτων (Βαρών)**

¹⁸ Saaty, T. L. (1977). "A scaling method for priorities in hierarchical structures." Journal of Mathematical Psychology, 15(3), 234–281.

Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill.



5.1 Εφαρμογή της ΑΗΡ

Σκοπός της εφαρμογής της ΑΗΡ είναι η Αξιολόγηση Ανθεκτικότητας Υποδομών Λιμένα.

5.1.1 Κριτήρια (Επίπεδο 2):

1. **Ανθεκτικότητα Φυσικών Υποδομών**
2. **Επιχειρησιακή Ανθεκτικότητα & Ανθεκτικότητα Εφοδιαστικής Αλυσίδας**
3. **Ψηφιακή Ανθεκτικότητα**
4. **Κοινωνικοοικονομική & Περιβαλλοντική Ανθεκτικότητα**
5. **Ανθεκτικότητα Διακυβέρνησης**

5.1.1.1 Υποκριτήρια (Επίπεδο 3) και Δείκτες (Επίπεδο 4):

1. Ανθεκτικότητα Φυσικών Υποδομών

1.1 Ηλικία και Κατάσταση Υποδομών

- (1) Ηλικία και κατάσταση κύριων υποδομών λιμένα (τερματικοί σταθμοί, προβλήτες, γερανοί)

1.2 Υποδομές Ασφαλείας και Εφεδρείας

- (2) Υποδομές ασφαλείας και συστημάτων εφεδρείας

1.3 Ανθεκτικότητα στην Κλιματική Αλλαγή

- (3) Προστασία από πλημμύρες και μέτρα προσαρμογής στο κλίμα
- (4) Στάθμη της θάλασσας

2. Επιχειρησιακή Ανθεκτικότητα & Ανθεκτικότητα Εφοδιαστικής Αλυσίδας

2.1 Επιχειρησιακή Ανθεκτικότητα

- (5) Διαθεσιμότητα σχεδίων εκτάκτου ανάγκης
- (6) Διάρκεια διακοπής λειτουργίας του λιμανιού λόγω απρόβλεπτων γεγονότων
- (7) Περιπτώσεις μείωσης όγκου φορτίου

2.2 Ανθεκτικότητα Εφοδιαστικής Αλυσίδας

- (8) Προσβασιμότητα σε εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς (σιδηροδρομικούς, οδικούς, αεροπορικούς)

3. Ψηφιακή Ανθεκτικότητα

3.1 Ανθεκτικότητα στην Κυβερνοασφάλεια

- (9) Μέτρα κυβερνοασφάλειας για την προστασία κρίσιμων συστημάτων
- (10) Δυνατότητες ανταπόκρισης σε περιστατικά

3.2 Ανθεκτικότητα στις Πληροφορίες και την Επικοινωνία



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



- (11) Μηχανισμοί ανταλλαγής πληροφοριών με τις αρχές
- (12) Εκπαίδευση προσωπικού για επικοινωνία εκτάκτου ανάγκης

4. Κοινωνικοοικονομική & Περιβαλλοντική Ανθεκτικότητα

4.1 Περιβαλλοντική Ανθεκτικότητα

- (13) Πρακτικές περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και μέτρα ελέγχου ρύπανσης

4.2 Οικονομική Ανθεκτικότητα

- (14) Διαφοροποίηση των τύπων φορτίων και της βάσης πελατών
- (15) Οικονομική σταθερότητα και ικανότητα απορρόφησης οικονομικών σοκ

4.3 Συμμετοχή Κοινότητας και Ενδιαφερόμενων Φορέων

- (16) Εξωστρέφεια και σχέσεις με την κοινότητα
- (17) Συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών στη λήψη αποφάσεων

5. Ανθεκτικότητα Διακυβέρνησης

5.1 Ρυθμιστική και Νομική Ανθεκτικότητα

- (18) Νομικό πλαίσιο για την ευθύνη και την επίλυση διαφορών
- (19) Ικανότητα του λιμένα να προσαρμόζεται σε αλλαγές των κανονισμών



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Πίνακας 9: Επεξήγηση δεικτών της ΑΗΡ

Δείκτες	Επεξήγηση	Ερώτηση	Μονάδα μέτρησης	Likert: Highest-5	Likert: 4	Likert: 3	Likert: 2	Likert: Lowest-1
Ηλικία και κατάσταση κύριων υποδομών λιμένα (π.χ., τερματικοί σταθμοί, προβλήτες, γερανοί)	Αυτός ο δείκτης αξιολογεί την κατάσταση των φυσικών υποδομών του λιμένα για να καθορίσει εάν βρίσκονται σε καλή κατάσταση και εάν απαιτείται κάποια συντήρηση ή αναβάθμιση.	Πώς θα αξιολογούσατε την ηλικία και την κατάσταση των βασικών υποδομών του λιμένα;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετικές και τακτικά συντηρούμενες	Καλές και καλά συντηρημένες	Ικανοποιητικές με κάποια απαιτούμενη συντήρηση	Επαρκείς αλλά χρήζει συντήρησης	Κακές και υποβαθμιζόμενες
Υποδομές ασφαλείας και συστημάτων εφεδρείας	Αξιολογεί εάν το λιμάνι διαθέτει εφεδρικά συστήματα και υποδομή αντιγράφων ασφαλείας για να εξασφαλίσει αδιάλειπτη λειτουργία σε περίπτωση ασοχιών.	Σε ποιο βαθμό διαθέτει το λιμάνι εφεδρικά και συστήματα αντιγράφων ασφαλείας για την κρίσιμη υποδομή του;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Πλήρη εφεδρικά και συστήματα αντιγράφων ασφαλείας	Καλά εφεδρικά και συστήματα αντιγράφων ασφαλείας	Κάποια εφεδρικά και συστήματα αντιγράφων ασφαλείας σε εφαρμογή	Περιορισμένα εφεδρικά και συστήματα αντιγράφων ασφαλείας	Ανεπαρκή ή ανύπαρκτα
Προστασία από πλημμύρες και μέτρα προσαρμογής στο κλίμα	Αυτός ο δείκτης εξετάζει την ετοιμότητα του λιμανιού να αντιμετωπίσει κλιματικούς κινδύνους, όπως οι πλημμύρες, και την αποτελεσματικότητα	Πόσο αποτελεσματικά είναι τα μέτρα προστασίας από πλημμύρες και προσαρμογής στο κλίμα του λιμανιού;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Περιεκτικά και αποτελεσματικά μέτρα προστασίας και προσαρμογής	Καλά μέτρα προστασίας και προσαρμογής	Μερικά μέτρα προστασίας και προσαρμογής	Περιορισμένα μέτρα προστασίας σε ισχύ	Ελάχιστα μέτρα προστασίας ή προσαρμογής



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



	των προστατευτικών μέτρων.							
Στάθμη της θάλασσας	Βοηθά στην αξιολόγηση της ευπάθειας του λιμανιού στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας	Ποιο ποσοστό της περιοχής του λιμανιού προβλέπεται να επηρεαστεί από μια άνοδο της στάθμης της θάλασσας 1 μέτρου;	Ποσοστό	-				
Διαθεσιμότητα σχεδίων εκτάκτου ανάγκης	Αυτός ο δείκτης ελέγχει αν το λιμάνι έχει καλά καθορισμένα σχέδια εκτάκτων αναγκών για διάφορους τύπους διαταραχών.	Πόσο περιεκτικά είναι τα σχέδια εκτάκτων αναγκών του λιμανιού για διάφορα σενάρια διακοπών;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Καλά τεκμηριωμένα και τακτικά ενημερωμένα σχέδια εκτάκτων αναγκών	Περιεκτικά σχέδια εκτάκτων αναγκών για διάφορα σενάρια	Σχέδια εκτάκτων αναγκών για τα πιο συνηθισμένα σενάρια	Περιορισμένα σχέδια εκτάκτων αναγκών για κάποια σενάρια	Δεν υπάρχουν σχέδια εκτάκτων αναγκών
Διάρκεια διακοπής λειτουργίας του λιμανιού λόγω απρόβλεπτων γεγονότων	Παρέχει πληροφορίες για τη λειτουργική σταθερότητα και ανθεκτικότητα του λιμανιού απέναντι σε απρόβλεπτες διαταραχές ή εκτάκτα περιστατικά.	Τα τελευταία χρόνια, ποιος ήταν ο μέσος αριθμός ημερών ανά έτος κατά τις οποίες οι λειτουργίες του λιμανιού διακόπηκαν λόγω απρόβλεπτων γεγονότων;	Μέρες	-				



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Περιπτώσεις μείωσης όγκου φορτίου	Μετρά τις φορές από το 2000 που ο ετήσιος συνολικός όγκος εμπορευματικής διακίνησης έχει αλλάξει κατά περισσότερο από 10%. Ένα ανθεκτικό λιμάνι θα πρέπει να είναι σε θέση να διατηρήσει ή να αυξήσει τον όγκο φορτίου του ακόμη και κατά τη διάρκεια διαταραχών.	Στην περίοδο 2000-2024, πόσες φορές έχει αλλάξει ο ετήσιος συνολικός όγκος διακίνησης εμπορευμάτων του λιμανιού κατά περισσότερο από 10% σε σχέση με τον αντίστοιχο του προηγούμενου έτους;	Αριθμός					
Προσβασιμότητα σε εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς (π.χ., σιδηροδρομικούς, οδικούς, αεροπορικούς)	Αξιολογεί την ικανότητα του λιμανιού να μεταβεί σε εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς σε περίπτωση διαταραχών.	Πόσο προσβάσιμοι είναι οι εναλλακτικοί τρόποι μεταφοράς σε περίπτωση διακοπών;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετική πρόσβαση σε μια ποικιλία εναλλακτικών λειτουργιών	Καλή πρόσβαση σε εναλλακτικές λειτουργίες	Μέτρια πρόσβαση σε εναλλακτικές λειτουργίες	Περιορισμένη πρόσβαση σε εναλλακτικές λειτουργίες	Περιορισμένη πρόσβαση σε εναλλακτικές λειτουργίες
Μέτρα κυβερνοασφάλειας για την προστασία κρίσιμων συστημάτων	Αυτός ο δείκτης αξιολογεί την υποδομή και τις πολιτικές ασφάλειας του λιμανιού στον κυβερνοχώρο.	Πόσο αποτελεσματική είναι η αντιμετώπιση περιστατικών και οι δυνατότητες ανάκτησης του λιμανιού σε περίπτωση κυβερνοεπιθέσεων;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετικά μέτρα κυβερνοασφάλειας με συνεχή παρακολούθηση και προηγμένες άμυνες	Καλά μέτρα κυβερνοασφάλειας με τακτικές αξιολογήσεις και ενημερώσεις	Μέτρια μέτρα κυβερνοασφάλειας με περιοδικές αξιολογήσεις	Περιορισμένα μέτρα κυβερνοασφάλειας με τρωτά σημεία	Ανεπαρκή μέτρα κυβερνοασφάλειας



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Δυνατότητες ανταπόκρισης σε περιστατικά	Αξιολογεί την ικανότητα του λιμανιού να ανταποκρίνεται και να ανακάμπτει από κυβερνοεπιθέσεις.	Πόσο καλά εφαρμόζονται τα μέτρα κυβερνοασφάλειας για την προστασία κρίσιμων συστημάτων στο λιμάνι;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετική απόκριση περιστατικού και σχεδόν άμεση αποκατάσταση	Καλή απόκριση περιστατικού με ταχεία ανάκτηση	Μέτρια απόκριση περιστατικού με αποδεκτούς χρόνους αποκατάστασης	Περιορισμένη απόκριση περιστατικού με καθυστερημένη ανάκτηση	Κακή απόκριση περιστατικού και αργή ανάκτηση
Μηχανισμοί ανταλλαγής πληροφοριών με τις αρχές	Αξιολογεί πόσο καλά το λιμάνι μοιράζεται κρίσιμες πληροφορίες με τις αρμόδιες αρχές κατά τη διάρκεια διακοπών.	Πόσο καλά μοιράζεται το λιμάνι κρίσιμες πληροφορίες με τις αρμόδιες αρχές κατά τη διάρκεια διακοπών;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετική ανταλλαγή πληροφοριών με απρόσκοπτη συνεργασία	Καλή ανταλλαγή πληροφοριών με αποτελεσματική συνεργασία	Επαρκής ανταλλαγή πληροφοριών με καθιερωμένη συνεργασία	Περιορισμένη ανταλλαγή πληροφοριών με περιστασιακή συνεργασία	Κακή ανταλλαγή πληροφοριών με τις αρχές
Εκπαίδευση προσωπικού για επικοινωνία εκτάκτου ανάγκης	Αυτός ο δείκτης λαμβάνει υπόψη την ετοιμότητα του λιμενικού προσωπικού να επικοινωνεί αποτελεσματικά σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.	Πόσο προετοιμασμένο είναι το προσωπικό του λιμανιού σε ό,τι αφορά την επικοινωνία και την αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετική εκπαίδευση με άρτια προετοιμασμένο προσωπικό	Καλή εκπαίδευση με προετοιμασμένο προσωπικό	Επαρκής εκπαίδευση και μέτρια ετοιμότητα	Περιορισμένη προπόνηση με κάποια ετοιμότητα	Ανεπαρκής εκπαίδευση με απροετοίμαστο προσωπικό
Πρακτικές περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και μέτρα ελέγχου ρύπανσης	Αξιολογεί την περιβαλλοντική διαχείριση του λιμανιού και τα μέτρα για την πρόληψη της ρύπανσης.	Πόσο αποτελεσματικές είναι οι πρακτικές περιβαλλοντικής βιωσιμότητας του λιμανιού και τα μέτρα ελέγχου της ρύπανσης;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετικές πρακτικές βιωσιμότητας και ολοκληρωμένος έλεγχος της ρύπανσης	Καλές πρακτικές βιωσιμότητας και αποτελεσματικός έλεγχος της ρύπανσης	Επαρκείς πρακτικές βιωσιμότητας και έλεγχος της ρύπανσης	Περιορισμένες πρακτικές βιωσιμότητας με κάποιο έλεγχο της ρύπανσης	Κακές περιβαλλοντικές πρακτικές και ανεπαρκής έλεγχος της ρύπανσης



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Διαφοροποίηση των τύπων φορτίων και της βάσης πελατών	Μετρά την ποικιλομορφία του διακινούμενου φορτίου και τη βάση αξιολόγησης της οικονομικής σταθερότητας.	Σε ποιο βαθμό το λιμάνι έχει διαφοροποιήσει τους τύπους φορτίου και την πελατειακή του βάση;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετική διαφοροποίηση με μια καλά ισορροπημένη πελατειακή βάση	Καλή διαφοροποίηση με ποικιλία φορτίων και πελατών	Μέτρια διαφοροποίηση μεταξύ των τύπων φορτίου και των πελατών	Περιορισμένη διαφοροποίηση με κάποια ποικιλία	Υπερβολική εξάρτηση από έναν μόνο τύπο φορτίου ή πελάτη
Οικονομική σταθερότητα και ικανότητα απορρόφησης οικονομικών σοκ	Αυτός ο δείκτης εξετάζει την οικονομική υγεία του λιμανιού και την ικανότητά του να αντέχει σε οικονομικές διαταραχές.	Πόσο οικονομικά σταθερό είναι το λιμάνι και σε ποιο βαθμό μπορεί να απορροφήσει οικονομικούς κραδασμούς;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετική χρηματοπιστωτική σταθερότητα με υψηλή αντοχή σε οικονομικούς κραδασμούς	Καλή οικονομική σταθερότητα με χαμηλή ευπάθεια	Επαρκής χρηματοπιστωτική σταθερότητα και μέτρια ευπάθεια	Περιορισμένη χρηματοπιστωτική σταθερότητα με μέτρια ευπάθεια	Χρηματοοικονομικά ασταθής με υψηλή ευπάθεια σε οικονομικούς κραδασμούς
Εξωστρέφεια και σχέσεις με την κοινότητα	Αξιολογεί τις προσπάθειες του λιμανιού να εμπλακεί και να υποστηρίξει την τοπική κοινωνία.	Πώς θα αξιολογούσατε τις προσπάθειες του λιμανιού για την προσέγγιση της κοινότητας και τη σχέση του με την τοπική κοινωνία;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετική δέσμευση της κοινότητας με ισχυρές κοινοτικές συνεργασίες	Καλή συμμετοχή της κοινότητας με ενεργό προσέγγιση και υποστήριξη	Επαρκής συμμετοχή της κοινότητας και θετικές σχέσεις	Περιορισμένη δέσμευση της κοινότητας με ορισμένες προσπάθειες προσέγγισης	Κακή συμμετοχή της κοινότητας με τεταμένες σχέσεις
Συμμετοχή των ενδιαφερομένων μερών στη λήψη αποφάσεων	Αυτός ο δείκτης αξιολογεί τον βαθμό στον οποίο τα ενδιαφερόμενα μέρη περιλαμβάνονται στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων στα λιμάνια.	Σε ποιο βαθμό εμπλέκονται τα ενδιαφερόμενα μέρη στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων του λιμανιού;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Υψηλή συμμετοχή των ενδιαφερομένων στη συλλογική λήψη αποφάσεων	Καλή συμμετοχή των ενδιαφερομένων με ενεργό συμμετοχή	Μέτρια συμμετοχή των ενδιαφερομένων με τακτική διαβούλευση	Περιορισμένη συμμετοχή των ενδιαφερομένων με σποραδικές διαβουλεύσεις	Ελάχιστη συμμετοχή των ενδιαφερομένων και αποκλεισμός από τις αποφάσεις



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Νομικό πλαίσιο για την ευθύνη και την επίλυση διαφορών	Νομικό πλαίσιο ευθύνης και επίλυσης διαφορών: Αξιολογεί τους νομικούς μηχανισμούς του λιμανιού για τη διαχείριση της ευθύνης και την επίλυση διαφορών.	Πόσο αποτελεσματικό είναι το νομικό πλαίσιο του λιμανιού για τη διαχείριση της ευθύνης και την επίλυση διαφορών;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Άριστο νομικό πλαίσιο με γρήγορη και δίκαιη επίλυση διαφορών	Καλό νομικό πλαίσιο με αποτελεσματική επίλυση διαφορών	Μέτριο νομικό πλαίσιο με μηχανισμούς επίλυσης διαφορών	Περιορισμένο νομικό πλαίσιο με αργή επίλυση διαφορών	Ανεπαρκές νομικό πλαίσιο με ανεπίλυτες διαφορές
Ικανότητα του λιμένα να προσαρμόζεται σε αλλαγές των κανονισμών	Αυτός ο δείκτης εξετάζει πόσο καλά μπορεί να προσαρμοστεί το λιμάνι στις εξελισσόμενες ρυθμιστικές απαιτήσεις.	Πόσο καλά μπορεί το λιμάνι να προσαρμοστεί στις εξελισσόμενες ρυθμιστικές απαιτήσεις;	Κλίμακα Likert {1 (χαμηλότερη βαθμολογία) - 5 (υψηλότερη βαθμολογία)}	Εξαιρετική προσαρμοστικότητα με συνεχή παρακολούθηση και ευθυγράμμιση με τους μεταβαλλόμενους κανονισμούς	Καλή προσαρμοστικότητα με προληπτική κανονιστική συμμόρφωση	Μέτρια προσαρμοστικότητα με έγκαιρες προσαρμογές συμμόρφωσης	Περιορισμένη προσαρμοστικότητα με αργή απόκριση στους νέους κανονισμούς	Αντίσταση στην αλλαγή με κακή προσαρμοστικότητα



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



5.2 Περιορισμοί της ΑΗΡ

Η μέθοδος της Απλής Ιεράρχησης Προτιμήσεων (ΑΗΡ – Analytical Hierarchy Process) χρησιμοποιείται ευρέως στη λήψη αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων λόγω της απλότητας και της δομής της. Ωστόσο, παρουσιάζει σοβαρούς περιορισμούς όταν τα κριτήρια **δεν είναι ανεξάρτητα**, όπως συμβαίνει συχνά σε **περιβαλλοντικά προβλήματα**, όπου οι παράγοντες είναι αλληλοεπηρεαζόμενοι.

Η ΑΗΡ υποθέτει ότι τα κριτήρια είναι ανεξάρτητα τόσο μεταξύ τους όσο και σε σχέση με τις εναλλακτικές. Αυτό όμως είναι ανεπαρκές όταν υπάρχουν **σύνθετες σχέσεις και αλληλεπιδράσεις** μεταξύ των παραγόντων.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, προτιμάται η **ΑΝΡ (Analytical Network Process)**, η οποία επιτρέπει τη μοντελοποίηση **δικτύων αλληλεξάρτησης**. Η ΑΝΡ μπορεί να απεικονίσει **αμφίδρομες επιρροές μεταξύ των στοιχείων** και να καταγράψει **σχέσεις μεταξύ κριτηρίων, υποκριτηρίων και εναλλακτικών** που δεν είναι ιεραρχικές αλλά **δικτυωτές**.

Εν κατακλείδι από τη βιβλιογραφία:

1. Η ΑΗΡ προϋποθέτει **ανεξαρτησία κριτηρίων**, κάτι που **δεν ισχύει** σε περιβαλλοντικά προβλήματα όπου οι παράγοντες είναι αλληλένδετοι (π.χ. κόστος ↔ περιβαλλοντική επίπτωση).
2. **Δεν λαμβάνει υπόψη συσχετίσεις** ή εξαρτήσεις μεταξύ των κριτηρίων, ούτε επιτρέπει σύνθετες ιεραρχικές δομές μεταξύ παραμέτρων.
3. Οι **αλληλεπιδράσεις μεταξύ παραμέτρων** (π.χ. κοινωνική αποδοχή επηρεάζεται από την αντιλαμβανόμενη περιβαλλοντική ζημιά) **αγνοούνται στην ΑΗΡ**.
4. Η ΑΗΡ, αντίθετα, **μοντελοποιεί την πολυπλοκότητα** του συστήματος: λαμβάνει υπόψη **αλληλεξαρτήσεις μεταξύ κριτηρίων και υποκριτηρίων** μέσω δικτύων ή αναδρομικών ιεραρχιών.
5. Η ΑΗΡ επιτρέπει **αναλυτικές συγκρίσεις ανά δύο** σε κάθε επίπεδο, διευκολύνοντας τη **συστηματική εκτίμηση της σχετικής σημασίας** κάθε παράγοντα, ακόμα και όταν εμπλέκονται σε κυκλικές ή αλληλεξαρτημένες σχέσεις.
6. Η **πολυπαραγοντική φύση** των περιβαλλοντικών προβλημάτων καθιστά αναγκαία τη χρήση μιας **πιο ευέλικτης και πλούσιας μεθοδολογίας** όπως η ΑΝΡ.
7. Η ΑΗΡ παράγει **συνεκτικά βάρη και προτεραιότητες** που αντανακλούν την πραγματική, σύνθετη φύση των προβλημάτων – και όχι απλοϊκές, γραμμικές αναλογίες όπως η ΑΗΡ.

5.2.1 Ενδεικτικό Παράδειγμα: Επιλογή τοποθεσίας για εγκατάσταση μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων

Έστω τα παρακάτω κριτήρια και δεδομένα του προβλήματος:

- Κ1: Περιβαλλοντική επίπτωση
- Κ2: Οικονομικό κόστος
- Κ3: Κοινωνική αποδοχή



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



- K4: Τεχνική εφικτότητα

Η ΑΗΡ υποθέτει ότι αυτά τα 4 κριτήρια είναι ανεξάρτητα. Δηλαδή, θα συγκριθούν ανά δύο και θα προκύψουν βάρη, π.χ.:

- Περιβαλλοντική επίπτωση: 0.4
- Οικονομικό κόστος: 0.3
- Κοινωνική αποδοχή: 0.2
- Τεχνική εφικτότητα: 0.1

Τα βάρη αυτά εφαρμόζονται γραμμικά στις εναλλακτικές χωρίς να εξετάζεται **πώς επηρεάζει π.χ. η περιβαλλοντική επίπτωση την κοινωνική αποδοχή**, ή πώς το κόστος εξαρτάται από την τεχνική εφικτότητα.

Η ΑΗΡ επιτρέπει να αποτυπωθούν **οι αλληλεπιδράσεις**:

- Η **κοινωνική αποδοχή** εξαρτάται από την **περιβαλλοντική επίπτωση** (αν είναι χαμηλή, υπάρχει περισσότερη αποδοχή).
- Το **οικονομικό κόστος** επηρεάζεται από την **τεχνική εφικτότητα** (πιο απαιτητικές τεχνολογίες έχουν μεγαλύτερο κόστος).
- Επιπλέον, η κοινωνική αποδοχή μπορεί να επηρεάσει την πολιτική βούληση και τελικά την τεχνική υλοποίηση.

Η ΑΗΡ δημιουργεί **ένα δίκτυο συσχετίσεων** και μέσω **υπερ-πινάκων προτεραιότητας (supermatrix)** υπολογίζει την πραγματική βαρύτητα κάθε παράγοντα **λαμβάνοντας υπόψη τις αλληλεξαρτήσεις**.

Συνεπώς, η ΑΗΡ αποδίδει καλά σε **απλά, ιεραρχικά προβλήματα με ανεξάρτητα κριτήρια**, αλλά η ΑΗΡ είναι αναγκαία όταν:

- Υπάρχουν **σύνθετες, μη ιεραρχικές σχέσεις**,
- Τα κριτήρια **επηρεάζονται αμοιβαία**,
- Η απόφαση αφορά **περιβαλλοντικά ή κοινωνικά πολύπλοκα συστήματα**.

Ας επεκτείνουμε το παράδειγμα επιλογής τοποθεσίας για εγκατάσταση μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων, παρουσιάζοντας **τους υπολογισμούς με ΑΗΡ και ΑΝΡ** για να φανεί καθαρά η διαφορά μεταξύ των δύο μεθόδων.

Θέλουμε να αξιολογήσουμε **τρεις εναλλακτικές τοποθεσίες**:

- Α: Περιοχή Α
- Β: Περιοχή Β
- Γ: Περιοχή Γ



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Κριτήρια:

1. Περιβαλλοντική επίπτωση (E)
2. Οικονομικό κόστος (C)
3. Κοινωνική αποδοχή (S)
4. Τεχνική εφικτότητα (T)

5.2.1.1 ΑHP – Υπολογισμοί (ιεραρχική προσέγγιση)

Πίνακας σύγκρισης κριτηρίων (σε κλίμακα Saaty) ανά ζεύγη

Πίνακας 10: Πίνακας σύγκρισης κριτηρίων (σε κλίμακα Saaty) ανά ζεύγη

	E	C	S	T
E	1	3	4	5
C	1/3	1	2	3
S	1/4	1/2	1	2
T	1/5	1/3	1/2	1

Υπολογίζουμε το **κανονικοποιημένο διάνυσμα βαρών** (π.χ. μέση γεωμετρική ή κατά προσέγγιση):

- E: 0.50
- C: 0.25
- S: 0.15
- T: 0.10

5.2.1.2 Αξιολόγηση εναλλακτικών για κάθε κριτήριο (με βάση πίνακες 1–9)

Περιβαλλοντική Επίπτωση (E) (όσο μικρότερη τόσο καλύτερα)

	A	B	C
Περιβα.	7	5	3

Κανονικοποίηση (αντιστροφή τιμών για θετική κλίμακα):



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



	A	B	C
Κανον.	0.19	0.27	0.54

Οικονομικό Κόστος (C) (όσο μικρότερο τόσο καλύτερα)

	A	B	C
Κόστος	5	3	2

Κανονικοποίηση:

	A	B	C
Κανον.	0.22	0.37	0.41

Κοινωνική Αποδοχή (S) (όσο μεγαλύτερη τόσο καλύτερα)

	A	B	C
Αποδοχή	6	7	4

Κανονικοποίηση:

	A	B	C
Κανον.	0.35	0.41	0.24

Τεχνική Εφικτότητα (T)

	A	B	C
Εφικτότητα	9	6	4

Κανονικοποίηση:

	A	B	C
Κανον.	0.50	0.33	0.17



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Τελικό άθροισμα σταθμισμένων τιμών (ΑΗΡ):

- $A = 0.50 \times 0.19 + 0.25 \times 0.22 + 0.15 \times 0.35 + 0.10 \times 0.50 = \mathbf{0.241}$
- $B = 0.50 \times 0.27 + 0.25 \times 0.37 + 0.15 \times 0.41 + 0.10 \times 0.33 = \mathbf{0.320}$
- $C = 0.50 \times 0.54 + 0.25 \times 0.41 + 0.15 \times 0.24 + 0.10 \times 0.17 = \mathbf{0.439}$

Συνεπώς κατά ΑΗΡ: Επιλέγεται η Περιοχή C

5.2.2 ANP – Υπολογισμοί (με αλληλεξαρτήσεις)

Ας θεωρήσουμε ότι:

- Η Κοινωνική Αποδοχή (S) επηρεάζεται από την Περιβαλλοντική Επίπτωση (E)
- Το Οικονομικό Κόστος (C) εξαρτάται από την Τεχνική Εφικτότητα (T)

Αυτό σημαίνει ότι έχουμε **αναδράσεις** και **μη ιεραρχικές σχέσεις**, τις οποίες δεν μπορεί να συλλάβει η ΑΗΡ.

5.2.2.1 Σχέσεις μεταξύ κριτηρίων (με αλληλεπίδραση)

Παράδειγμα: Πίνακας αλληλεπίδρασης $S \leftarrow E$ (πώς η επίπτωση επηρεάζει την αποδοχή)

	E	S
E	1	2
S	1/2	1

=> Νέο βάρος E προς S:

- $E = 0.67$
- $S = 0.33$

Αυτό σημαίνει ότι η κοινωνική αποδοχή "κληρονομεί" βάρος από την περιβαλλοντική επίπτωση.

Το ίδιο κάνουμε και για το ζεύγος $C \leftarrow T$.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



5.2.2.2 Κατασκευή Supermatrix (απλοποιημένη)

Από τις αλληλεπιδράσεις υπολογίζουμε **νέες προσαρμοσμένες βαρύτητες κριτηρίων**:

- Περιβαλλοντική Επίπτωση (E): 0.40
- Οικονομικό Κόστος (C): 0.18
- Κοινωνική Αποδοχή (S): 0.25
- Τεχνική Εφικτότητα (T): 0.17

(Οι τιμές έχουν αλλάξει από την ΑHP λόγω αλληλεξάρτησης.)

5.2.2.3 Νέα τελική βαθμολογία ανά εναλλακτική:

- **A** = $0.40 \times 0.19 + 0.18 \times 0.22 + 0.25 \times 0.35 + 0.17 \times 0.50 = \mathbf{0.287}$
- **B** = $0.40 \times 0.27 + 0.18 \times 0.37 + 0.25 \times 0.41 + 0.17 \times 0.33 = \mathbf{0.339}$
- **C** = $0.40 \times 0.54 + 0.18 \times 0.41 + 0.25 \times 0.24 + 0.17 \times 0.17 = \mathbf{0.374}$

Συνεπώς **κατά ΑΝΡ**: Επιλέγεται και πάλι η Περιοχή C, αλλά με **διαφορετική σειρά προτεραιότητας** και **αλλαγές στην "εικόνα"** των παραγόντων.

5.2.3 Συμπερασματικά

Μέθοδος	Τελικές Βαθμολογίες (A/B/C)	Σχόλιο
AHP	0.241 / 0.320 / 0.439	Αγνοεί αλληλεξαρτήσεις
ANP	0.287 / 0.339 / 0.374	Περιλαμβάνει επιρροές μεταξύ κριτηρίων

Η ΑΝΡ προσφέρει πιο ρεαλιστικό μοντέλο για προβλήματα όπου οι παράγοντες δεν είναι ανεξάρτητοι – όπως σε περιβαλλοντικές αποφάσεις.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



6 Εφαρμογή ANP για την Αξιολόγηση Ανθεκτικότητας Λιμένα

6.1 Το Πλεονέκτημα της ANP – Ενδεικτικό Παράδειγμα

Αν εφαρμόσει κανείς τη μεθοδολογία της ANP στο προηγούμενο παράδειγμα τότε θα καταλήξει στον υπερπίνακα (supermatrix) - Πίνακας 13. Για λόγους ευκρίνειας τα κριτήρια έχουν αντικατασταθεί με αριθμούς σύμφωνα με τον Πίνακα 16. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθόδου ANP, ήτοι η ύψωση σε δύναμη του υπερπίνακα - Πίνακας 13- καταλήγει στα ίδια αποτελέσματα της AHP. Με χρήση των στοιχείων από τη μέτρηση της ανθεκτικότητας του λιμένα της Χίου, τόσο η ANP και όσο και η AHP παρουσιάζονται στον Πίνακα 18.

Πίνακας 11: Αντικατάσταση Κριτηρίων με αριθμούς

Εξήγηση / Κριτήριο	Στήλη
Σκοπός: Αξιολόγηση Ανθεκτικότητας	1
Ανθεκτικότητα Φυσικών Υποδομών	2
Επιχειρησιακή & Εφ. Αλυσίδα	3
Ψηφιακή Ανθεκτικότητα	4
Κοιν.-Περιβ. Ανθεκτικότητα	5
Ανθεκτικότητα Διακυβέρνησης	6
Ανθεκτικότητα Φυσικών Υποδομών	7
Ανθεκτικότητα στην Κλιματική Αλλαγή	8
Επιχειρησιακή Ανθεκτικότητα	9
Ανθεκτικότητα Εφοδιαστικής Αλυσίδα	10
Ανθεκτικότητα στην Κυβερνοασφάλεια	11
Ανθεκτικότητα στις Πληροφορίες και την Επικοινωνία	12
Περιβαλλοντική Ανθεκτικότητα	13
Οικονομική Ανθεκτικότητα	14
Συμμετοχή Κοινότητας και Ενδιαφερόμενων Φορέων	15



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Ρυθμιστική και Νομική Ανθεκτικότητα	16
Ηλικία και κατάσταση κύριων υποδομών λιμένα (π.χ., τερματικοί σταθμοί, προβλήτες, γερανοί)	17
Υποδομές ασφαλείας και συστημάτων εφεδρείας	18
Προστασία από πλημμύρες και μέτρα προσαρμογής στο κλίμα	19
Στάθμη της θάλασσας	20
Διαθεσιμότητα σχεδίων εκτάκτου ανάγκης	21
Διάρκεια διακοπής λειτουργίας του λιμανιού λόγω απρόβλεπτων γεγονότων	22
Περιπτώσεις μείωσης όγκου φορτίου	23
Προσβασιμότητα σε εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς (π.χ., σιδηροδρομικούς, οδικούς, αεροπορικούς)	24
Μέτρα κυβερνοασφάλειας για την προστασία κρίσιμων συστημάτων	25
Δυνατότητες ανταπόκρισης σε περιστατικά	26
Μηχανισμοί ανταλλαγής πληροφοριών με τις αρχές	27
Εκπαίδευση προσωπικού για επικοινωνία εκτάκτου ανάγκης	28
Πρακτικές περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και μέτρα ελέγχου ρύπανσης	29
Διαφοροποίηση των τύπων φορτίων και της βάσης πελατών	30
Οικονομική σταθερότητα και ικανότητα απορρόφησης οικονομικών σοκ	31
Εξωστρέφεια και σχέσεις με την κοινότητα	32
Συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών στη λήψη αποφάσεων	33
Νομικό πλαίσιο για την ευθύνη και την επίλυση διαφορών	34
Ικανότητα του λιμένα να προσαρμόζεται σε αλλαγές των κανονισμών	35
Ανθεκτικότητα στις Πληροφορίες και την Επικοινωνία	12
Περιβαλλοντική Ανθεκτικότητα	13
Οικονομική Ανθεκτικότητα	14
Συμμετοχή Κοινότητας και Ενδιαφερόμενων Φορέων	15



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Ρυθμιστική και Νομική Ανθεκτικότητα	16
Ηλικία και κατάσταση κύριων υποδομών λιμένα (π.χ., τερματικοί σταθμοί, προβλήτες, γερανοί)	17
Υποδομές ασφαλείας και συστημάτων εφεδρείας	18
Προστασία από πλημμύρες και μέτρα προσαρμογής στο κλίμα	19
Στάθμη της θάλασσας	20
Διαθεσιμότητα σχεδίων εκτάκτου ανάγκης	21
Διάρκεια διακοπής λειτουργίας του λιμανιού λόγω απρόβλεπτων γεγονότων	22
Περιπτώσεις μείωσης όγκου φορτίου	23
Προσβασιμότητα σε εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς (π.χ., σιδηροδρομικούς, οδικούς, αεροπορικούς)	24
Μέτρα κυβερνοασφάλειας για την προστασία κρίσιμων συστημάτων	25
Δυνατότητες ανταπόκρισης σε περιστατικά	26
Μηχανισμοί ανταλλαγής πληροφοριών με τις αρχές	27
Εκπαίδευση προσωπικού για επικοινωνία εκτάκτου ανάγκης	28
Πρακτικές περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και μέτρα ελέγχου ρύπανσης	29
Διαφοροποίηση των τύπων φορτίων και της βάσης πελατών	30
Οικονομική σταθερότητα και ικανότητα απορρόφησης οικονομικών σοκ	31
Εξωστρέφεια και σχέσεις με την κοινότητα	32
Συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών στη λήψη αποφάσεων	33
Νομικό πλαίσιο για την ευθύνη και την επίλυση διαφορών	34
Ικανότητα του λιμένα να προσαρμόζεται σε αλλαγές των κανονισμών	35



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Πίνακας 12: Αποτελέσματα ΑΗΡ και ΑΝΡ για τα δεδομένα της Χίου

	ΑΗΡ	ΑΝΡ	Διαφορά
Ηλικία και κατάσταση κύριων υποδομών λιμένα (π.χ., τερματικοί σταθμοί, προβλήτες, γερανοί)	0.071	0.071	0.000
Υποδομές ασφαλείας και συστημάτων εφεδρείας	0.036	0.036	0.000
Προστασία από πλημμύρες και μέτρα προσαρμογής στο κλίμα	0.119	0.119	0.000
Στάθμη της θάλασσας	0.044	0.044	0.000
Διαθεσιμότητα σχεδίων εκτάκτου ανάγκης	0.058	0.058	0.000
Διάρκεια διακοπής λειτουργίας του λιμανιού λόγω απρόβλεπτων γεγονότων	0.046	0.046	0.000
Περιπτώσεις μείωσης όγκου φορτίου	0.023	0.023	0.000
Προσβασιμότητα σε εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς (π.χ., σιδηροδρομικούς, οδικούς, αεροπορικούς)	0.143	0.143	0.000
Μέτρα κυβερνοασφάλειας για την προστασία κρίσιμων συστημάτων	0.025	0.025	0.000
Δυνατότητες ανταπόκρισης σε περιστατικά	0.026	0.026	0.000
Μηχανισμοί ανταλλαγής πληροφοριών με τις αρχές	0.017	0.017	0.000
Εκπαίδευση προσωπικού για επικοινωνία εκτάκτου ανάγκης	0.034	0.034	0.000
Πρακτικές περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και μέτρα ελέγχου ρύπανσης	0.086	0.086	0.000
Διαφοροποίηση των τύπων φορτίων και της βάσης πελατών	0.030	0.030	0.000
Οικονομική σταθερότητα και ικανότητα απορρόφησης οικονομικών σοκ	0.062	0.062	0.000
Εξωστρέφεια και σχέσεις με την κοινότητα	0.024	0.024	0.000
Συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών στη λήψη αποφάσεων	0.047	0.047	0.000
Νομικό πλαίσιο για την ευθύνη και την επίλυση διαφορών	0.040	0.040	0.000
Ικανότητα του λιμένα να προσαρμόζεται σε αλλαγές των κανονισμών	0.068	0.068	0.000

Αν όμως υποτεθεί ότι η κοινωνική ανθεκτικότητα (5) εξαρτάται από τη ανθεκτικότητα φυσικών υποδομών (2), Επιχειρησιακή Ανθεκτικότητα και Ανθεκτικότητα Εφοδιαστικής Αλυσίδας (3), Ψηφιακή Ανθεκτικότητα (4), Ανθεκτικότητα Διακυβέρνησης (6) με εξάρτηση (0.3, 0.1, 0.2, 0.4) αντίστοιχα, καθώς και η ανθεκτικότητα διακυβέρνησης με τα (2), (3), (4), (5) με το διάνυσμα (0.4,0.1,0.25,0.25) – βλ Πίνακας 14- τότε τα αποτελέσματα διαφέρουν ριζικά – βλ Πίνακας 15.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Πίνακας 13: Ο υπερπίνακας ANP για τα δεδομένα της ΑΗΡ για τη Χίο

[illegible]

Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0		
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Πίνακας 14: Ο υπερπίνακας ANP για τα νέα δεδομένα για τη Χίο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Πίνακας 15: Αποτελέσματα AHP και ANP για τα νέα δεδομένα της Χίου

	AHP	ANP	Διαφορά
Ηλικία και κατάσταση κύριων υποδομών λιμένα (π.χ., τερματικοί σταθμοί, προβλήτες, γερανοί)	0.071	0.090	27.1%
Υποδομές ασφαλείας και συστημάτων εφεδρείας	0.036	0.045	27.1%
Προστασία από πλημμύρες και μέτρα προσαρμογής στο κλίμα	0.119	0.151	27.1%
Στάθμη της θάλασσας	0.044	0.056	27.1%
Διαθεσιμότητα σχεδίων εκτάκτου ανάγκης	0.058	0.062	8.1%
Διάρκεια διακοπής λειτουργίας του λιμανιού λόγω απρόβλεπτων γεγονότων	0.046	0.049	8.1%
Περιπτώσεις μείωσης όγκου φορτίου	0.023	0.025	8.1%
Προσβασιμότητα σε εναλλακτικούς τρόπους μεταφοράς (π.χ., σιδηροδρομικούς, οδικούς, αεροπορικούς)	0.143	0.154	8.1%
Μέτρα κυβερνοασφάλειας για την προστασία κρίσιμων συστημάτων	0.025	0.037	46.1%
Δυνατότητες ανταπόκρισης σε περιστατικά	0.026	0.039	46.1%
Μηχανισμοί ανταλλαγής πληροφοριών με τις αρχές	0.017	0.025	46.1%
Εκπαίδευση προσωπικού για επικοινωνία εκτάκτου ανάγκης	0.034	0.050	46.1%
Πρακτικές περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και μέτρα ελέγχου ρύπανσης	0.086	0.047	-45.9%
Διαφοροποίηση των τύπων φορτίων και της βάσης πελατών	0.030	0.016	-45.9%
Οικονομική σταθερότητα και ικανότητα απορρόφησης οικονομικών σοκ	0.062	0.034	-45.9%
Εξωστρέφεια και σχέσεις με την κοινότητα	0.024	0.013	-45.9%
Συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών στη λήψη αποφάσεων	0.047	0.025	-45.9%
Νομικό πλαίσιο για την ευθύνη και την επίλυση διαφορών	0.040	0.030	-25.0%
Ικανότητα του λιμένα να προσαρμόζεται σε αλλαγές των κανονισμών	0.068	0.051	-25.0%

Ο Πίνακας 15 καταδεικνύει τις αλλαγές στα βάρη των κριτηρίων στο κατώτερο επίπεδο της ιεραρχίας, κατόπιν σχετικά μικρών αλλαγών -εξαρτήσεων- σε ανώτερο επίπεδο της ιεραρχίας. Τα κριτήρια σχετίζονται με τη **ψηφιακή ανθεκτικότητα, φυσικές υποδομές και λειτουργικά σχέδια** κερδίζουν περισσότερο βάρος στην ANP. Αυτό δείχνει ότι αλληλεπιδρούν δυναμικά με άλλους δείκτες (π.χ. προστασία από κλιματικά φαινόμενα ↔ κυβερνοασφάλεια ↔ εκπαίδευση προσωπικού). Αντίθετα, οι **κοινωνικοοικονομικοί και περιβαλλοντικοί δείκτες** χάνουν βάρος στην ANP. Αυτό ενδέχεται να οφείλεται στο ότι έχουν **λιγότερες ενεργές αλληλεπιδράσεις** σε σχέση με λειτουργικά και τεχνολογικά κριτήρια, ή η επιρροή τους **είναι λιγότερο άμεση**. Συνεπώς, η χρήση της ANP είναι καταλληλότερη για προβλήματα πολυκριτηριακής αξιολόγησης σε πολύπλοκα συστήματα όπως τα λιμάνια, όπου:

- Οι υποδομές, οι τεχνολογίες, τα σχέδια εκτάκτου ανάγκης και οι κίνδυνοι είναι **αλληλένδετοι**.
- Υπάρχει **ανάδραση** μεταξύ επιπέδων (π.χ. δείκτες ↔ κριτήρια).
- Το σύστημα λειτουργεί **ως δίκτυο και όχι ως γραμμική αλυσίδα**.

Αυτός είναι και ο λόγος που δείκτες όπως η **κυβερνοασφάλεια**, η **ανταπόκριση**, ή τα **κλιματικά μέτρα** αυξάνουν τη σημασία τους στην ANP – αποκαλύπτοντας πιο ρεαλιστικές προτεραιότητες.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



Το ενδεικτικό αυτό παράδειγμα ανοίγει νέο δρόμο επιστημονικής σκέψης σε θέματα επιπτώσεων από τη κλιματική αλλαγή. Η ANP (Analytic Network Process) συνίσταται ιδιαίτερα για εφαρμογές αξιολόγησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στους λιμένες, διότι προσφέρει ένα πιο ρεαλιστικό και ολοκληρωμένο πλαίσιο λήψης αποφάσεων σε πολύπλοκα συστήματα όπου τα κριτήρια αξιολόγησης είναι αλληλοεξαρτώμενα και λειτουργούν όχι ιεραρχικά, αλλά ως δίκτυο. Οι λιμένες, ως κρίσιμες υποδομές, βρίσκονται στο επίκεντρο αλληλοσυσχετιζόμενων φυσικών, τεχνολογικών, κοινωνικοοικονομικών και θεσμικών παραγόντων που επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή (π.χ. άνοδος στάθμης της θάλασσας, ακραία καιρικά φαινόμενα, ανάγκη προσαρμογής υποδομών, κυβερνοασφάλεια, περιβαλλοντική συμμόρφωση). Η παραδοσιακή μέθοδος ANP, αν και χρήσιμη για απλούστερες ιεραρχικές δομές, δεν μπορεί να συλλάβει τις δυναμικές αναδράσεις μεταξύ των επιμέρους δεικτών, όπως για παράδειγμα την αλληλεπίδραση μεταξύ φυσικών υποδομών και σχεδίων έκτακτης ανάγκης, ή μεταξύ ψηφιακής ανθεκτικότητας και θεσμικής ευελιξίας. Η ANP επιτρέπει την ποσοτικοποίηση αυτών των συσχετίσεων μέσω υπερπίνακα (supermatrix) και την ενσωμάτωση τόσο της άμεσης όσο και της έμμεσης επιρροής των δεικτών, προσφέροντας μια πιο ακριβή αναπαράσταση της πραγματικής πολυπλοκότητας των λιμενικών συστημάτων υπό την πίεση της κλιματικής αλλαγής. Κατά συνέπεια, η εφαρμογή της ANP σε αυτό το πλαίσιο συμβάλλει ουσιαστικά στη βελτίωση της αξιοπιστίας, της διαφάνειας και της τεκμηρίωσης των στρατηγικών προτεραιοτήτων, στηρίζοντας τους φορείς διαχείρισης λιμένων στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για προσαρμογή, ανθεκτικότητα και βιωσιμότητα.

6.2 Μια Ολοκληρωμένη Προσέγγιση για Ανάλυση Κινδύνου και Λήψη Αποφάσεων στους Λιμένες

Η ανάγκη για ενίσχυση της ανθεκτικότητας των λιμένων απέναντι στην κλιματική αλλαγή και σε φυσικούς ή ανθρωπογενείς κινδύνους είναι πιο επιτακτική από ποτέ. Η πολυπλοκότητα αυτών των προκλήσεων απαιτεί προηγμένες μεθοδολογίες υποστήριξης αποφάσεων, οι οποίες όχι μόνο αξιολογούν την ποιότητα των υποδομών και των λειτουργιών, αλλά λαμβάνουν υπόψη και τις περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις. Σε αυτό το πλαίσιο, η συνδυασμένη χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης (όπως η ANP — *Analytic Network Process*) με την ποσοτική εκτίμηση των επιπτώσεων σε χρηματικούς όρους προσφέρει ένα καινοτόμο και αποτελεσματικό εργαλείο λήψης αποφάσεων.

6.2.1 Το Πλαίσιο της Ανάλυσης: Κριτήρια και Οικονομικά Δεδομένα

Σε μια σύγχρονη εφαρμογή αξιολόγησης ανθεκτικότητας λιμενικών εγκαταστάσεων, χρησιμοποιούνται βάρη κριτηρίων που προέρχονται από την ANP. Αυτά τα βάρη αντανakλούν τη σχετική σημασία κάθε παραμέτρου στην τελική ανθεκτικότητα, λαμβάνοντας υπόψη την αλληλεξάρτηση μεταξύ τους. Παράλληλα, οι περιβαλλοντικές και λειτουργικές επιπτώσεις που σχετίζονται με κάθε κριτήριο μπορούν να αποτιμηθούν σε οικονομικούς όρους, π.χ., σε εκτιμώμενες



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



ζημιές από πλημμύρες, κόστος αποκατάστασης, ή επενδύσεις σε συστήματα ασφαλείας και κυβερνοπροστασίας.

Αυτός ο συνδυασμός δεδομένων επιτρέπει μια μοναδική σύνθεση:

- Οι **ποιοτικές προτιμήσεις** και η **δομική σημασία** κάθε κριτηρίου αποτυπώνονται στα βάρη ANP,
- Οι **ποσοτικές επιπτώσεις** αποτυπώνονται μέσω των οικονομικών εκτιμήσεων.

6.2.2 Στάδια Συνδυασμένης Ανάλυσης

6.2.2.1 Βήμα 1: Κανονικοποίηση Κόστους

Για να γίνουν τα δεδομένα συγκρίσιμα, το συνολικό εκτιμώμενο κόστος περιβαλλοντικής επίπτωσης (ανά κριτήριο) κανονικοποιείται. Έτσι, υπολογίζεται το σχετικό ποσοστό επί του συνόλου για κάθε απειλή ή παράγοντα κινδύνου.

Πίνακας 16: Παράδειγμα Κανονικοποίησης Κόστους Περιβαλλοντικής Επίπτωσης

Κριτήριο	Κόστος Περιβαλλοντικής Επίπτωσης (€)
Πλημμύρες	10.000.000
Άνοδος στάθμης θάλασσας	6.000.000
Κυβερνοασφάλεια	1.000.000
Εκπαίδευση προσωπικού	500.000

Η κανονικοποίηση των τιμών είναι υποχρεωτικό βήμα, ώστε να γίνουν ανόμοιες στην ουσία τους τιμές **συγκρίσιμες**, διαιρώντας κάθε κόστος με το άθροισμα όλων:

$$\text{Κανονικοποιημένο κόστος}_i = \frac{\text{Κόστος}_i}{\sum \text{Κόστη}} \quad \text{Κανονικοποιημένο κόστος}_i = \frac{\text{Κόστος}_i}{\sum \text{Κόστη}}$$

π.χ., πλημμύρες = $10.000.000 / 17.500.000 = 0.571$

6.2.2.2 Βήμα 2: Σύνθεση με τα Βάρη ANP

Για κάθε κριτήριο υπολογίζεται το γινόμενο:



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



$$\text{Κίνδυνος} = \text{Βάρος}_i \times \text{Κανονικοποιημένο Κόστος}_i \quad \text{Κίνδυνος}_i = \text{Βάρος}_i \times \text{Κανονικοποιημένο Κόστος}_i$$

Αυτός ο δείκτης εκφράζει την «σταθμισμένη επίπτωση» κάθε κριτηρίου: δηλαδή, τη δυνητική του συνεισφορά στον συνολικό περιβαλλοντικό ή λειτουργικό κίνδυνο του λιμένα, λαμβάνοντας υπόψη και την ένταση της επίπτωσης και τη σπουδαιότητά του στο συνολικό σύστημα.

Πίνακας 17: Παράδειγμα εκτίμησης σχετικών βαρών

Κριτήριο	Βάρος ANP
Πλημμύρες	0.15
Άνοδος στάθμης θάλασσας	0.10
Κυβερνοασφάλεια	0.12
Εκπαίδευση προσωπικού	0.08

Ο σταθμισμένος περιβαλλοντικός κίνδυνος υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Κίνδυνος}_i = \text{Βάρος}_i \times \text{Κανονικοποιημένο Κόστος}_i \quad \text{Κίνδυνος}_i = \text{Βάρος}_i \times \text{Κανονικοποιημένο Κόστος}_i$$

π.χ.:

- Πλημμύρες = $0.15 \times 0.571 = \mathbf{0.086}$
- Κυβερνοασφάλεια = $0.12 \times 0.057 = \mathbf{0.0068}$

6.2.2.3 Βήμα 3: Ιεράρχηση και Ανάλυση Ευαισθησίας

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα:

- Ιεραρχούνται οι παράγοντες με τη **μεγαλύτερη επίδραση**, ώστε να αποτελέσουν άξονες στρατηγικής,
- Εντοπίζονται **αντιφάσεις**, όπως περιπτώσεις με υψηλό κόστος αλλά χαμηλό βάρος (ίσως υποτιμημένες από το σύστημα αξιολόγησης),
- Πραγματοποιείται ανάλυση σεναρίων ευαισθησίας: π.χ., πώς αλλάζουν τα αποτελέσματα εάν αυξηθεί η συχνότητα ακραίων φαινομένων ή το κόστος κυβερνοεπιθέσεων.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



6.2.3 Εφαρμογές στην Πράξη

Η μεθοδολογία αυτή έχει σημαντικές εφαρμογές σε τομείς όπως:

6.2.3.1 Α. Σχεδιασμός Επενδύσεων και Κατανομή Πόρων

Η προσέγγιση επιτρέπει την αντικειμενική σύγκριση επενδυτικών επιλογών: ποια παρέμβαση δίνει το καλύτερο αποτέλεσμα με το μικρότερο κόστος. Ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους, όπως δημοτικά λιμενικά ταμεία ή μικρά νησιά.

6.2.3.2 Β. Κατάρτιση Εναλλακτικών Πολιτικών

Η ανάλυση παρέχει στοιχεία για τη σύνταξη «σεναρίων ανθεκτικότητας», στα οποία συγκρίνονται τα αναμενόμενα κόστη ζημιών πριν και μετά την εφαρμογή συγκεκριμένων μέτρων. Επί παραδείγματι, μπορεί κανείς να δημιουργήσει σενάρια:

- χωρίς μέτρα → εκτιμώμενο κόστος
- με μέτρα → μειωμένο κόστος
- συνυπολογίζοντας βάρη → τελικός δείκτης απόδοσης

6.2.3.3 Γ. Τεκμηρίωση Αιτημάτων Χρηματοδότησης

Η δυνατότητα ποσοτικοποίησης και σύγκρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενισχύει τη διαπραγματευτική ικανότητα για προγράμματα χρηματοδότησης μέσω ΕΣΠΑ, Ε.Ε., ή διεθνών οργανισμών.

6.2.4 Στρατηγική Σημασία για την Ελλάδα και τα Ελληνικά Νησιά

Η Ελλάδα, με το πυκνό δίκτυο λιμένων και την αυξημένη έκθεση στις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, έχει άμεση ανάγκη από τέτοιες προσεγγίσεις. Ειδικά στις περιοχές του **Αιγαίου και του Ιονίου Πελάγους**, όπου τα λιμάνια είναι συχνά μικρής κλίμακας αλλά ζωτικής σημασίας για τις τοπικές κοινωνίες, η ανθεκτικότητα αποτελεί καθοριστικό παράγοντα επιβίωσης.

Συγκεκριμένα:

- Η **άνοδος της στάθμης της θάλασσας** και η **διάβρωση των ακτών** επηρεάζουν κρίσιμες λιμενικές εγκαταστάσεις,
- Οι **κυβερνοεπιθέσεις σε συστήματα πλοήγησης και logistics** έχουν αυξανόμενο ρίσκο,



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



- Οι **καιρικές μεταβολές** προκαλούν δυσλειτουργίες σε νησιωτικούς λιμένες με αδύναμες εφεδρικές υποδομές,
- Η **περιβαλλοντική και κοινωνική βιωσιμότητα** των λιμανιών σχετίζεται άμεσα με την οικονομική σταθερότητα των νησιών.

Η ενσωμάτωση μοντέλων που συνδυάζουν την πολυκριτηριακή ανάλυση (ANP) με εκτιμήσεις κόστους προσφέρει **στρατηγικά εργαλεία** στους φορείς χάραξης πολιτικής, τη λιμενική διοίκηση και τις τοπικές αρχές, για να προτεραιοποιήσουν δράσεις με **μετρήσιμο, τεκμηριωμένο και περιβαλλοντικά δίκαιο τρόπο**.

6.2.5 Συμπέρασμα

Ο συνδυασμός βαρών κριτηρίων (μέσω ANP) με ποσοτικές εκτιμήσεις περιβαλλοντικής επίπτωσης (σε χρηματικούς όρους) παρέχει ένα ισχυρό εργαλείο για λήψη αποφάσεων στον τομέα της λιμενικής ανθεκτικότητας. Η μέθοδος είναι ευέλικτη, μπορεί να ενσωματωθεί σε λογισμικά εργαλεία, και προσαρμόζεται στις ανάγκες κάθε λιμένα — ανεξαρτήτως μεγέθους ή γεωγραφικής θέσης.

Σε ένα περιβάλλον με αυξανόμενους περιβαλλοντικούς και γεωπολιτικούς κινδύνους, η ανάπτυξη τέτοιων μεθόδων είναι κρίσιμη όχι μόνο για την αποτελεσματική διαχείριση πόρων, αλλά και για την **ενίσχυση της περιβαλλοντικής ασφάλειας, της κοινωνικής συνοχής και της ανθεκτικότητας των παράκτιων περιοχών της Ελλάδας**.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



7 Συμπέρασμα και Επόμενα Βήματα Έρευνας

Οι λιμένες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική ζωή μιας χώρας· αποτελούν σημεία σύνδεσης, διακίνησης, αλλά και ευπάθειας στην αλλαγή του κλίματος λόγω της παράκτιας φύσης τους. Η κλιματική αλλαγή, με ακραία καιρικά φαινόμενα, άνοδους στάθμης της θάλασσας, πλημμύρες και αυξημένες θερμοκρασίες, επιφέρει σημαντικές απειλές στην ασφάλεια, τη λειτουργικότητα και τη βιωσιμότητα των λιμενικών υποδομών.

Η ανάγκη για σύγχρονη και ολοκληρωμένη αξιολόγηση των επιπτώσεων αυτών καθιστά την **ANP (Analytic Network Process)** ιδανική μεθοδολογία. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή **AHP**, η ANP αναγνωρίζει την ύπαρξη αλληλεξαρτήσεων, δυναμικών αλληλεπιδράσεων και αναδράσεων μεταξύ κριτηρίων, υποκριτηρίων και δεικτών – χαρακτηριστικό απόλυτα αναγκαίο για να απεικονίσει τον πολύπλοκο χαρακτήρα των λιμενικών συστημάτων υπό κλιματική πίεση.

Σήμερα, πολλές διεθνείς και ελληνικές ερευνητικές πρωτοβουλίες αναπτύσσουν την ANP και την εφαρμόζουν σε νέα έργα, εστιάζοντας ειδικά στην ανθεκτικότητα λιμένων απέναντι στην κλιματική αλλαγή.

7.1 Νέες Ερευνητικές Τάσεις στην ANP & Κλιματική Αλλαγή

7.1.1 Κατασκευή Δικτυακών Μοντέλων Αντίστασης

Πρόσφατες έρευνες (2020–2025), καθώς και η παρούσα, δημιουργούν εξαιρετικά λεπτομερείς **δικτυακές ιεραρχίες** με πάνω από 30 δείκτες, οι οποίοι εκτείνονται από φυσικές υποδομές (π.χ. αντοχή σε πλημμύρες, ακραίες θερμοκρασίες, συντήρηση προβλητών) έως ψηφιακά συστήματα (κυβερνοασφάλεια, πληροφοριακά δίκτυα εκτάκτου ανάγκης), κοινωνικοοικονομικούς δείκτες και θεσμικές παραμέτρους όπως κανονιστική ευελιξία και δημόσια εμπλοκή των φορέων. Η ANP επιτρέπει τη συνδυαστική αποτίμηση όλων αυτών των παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των ανατροφοδοτήσεων (feedback) μεταξύ τους.

7.1.2 Υπολογισμός Limit Supermatrix με Οικονομικά και Περιβαλλοντικά Σενάρια

Πολλές μελέτες περιλαμβάνουν **πολλαπλά σενάρια κλιματικού κίνδυνου**—π.χ. μέση άνοδος στάθμης +0,5 m, επιτάχυνση ακραίων βροχοπτώσεων, κυματικοί όγκοι—ενώ εφαρμόζουν τον υπολογισμό του **Limit Supermatrix** σε κάθε σενάριο, ώστε να προσδιοριστούν οι σταθερές προτεραιότητες όλων των δεικτών υπό διαφορετικές συνθήκες. Έτσι, αξιολογείται η ευαισθησία του συστήματος σε μελλοντικά περιβαλλοντικά σοκ.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



7.1.3 Ευρεία Ανάλυση Ευαισθησίας στο Δίκτυο

Η χρήση της ANP σε συνδυασμό με **Monte Carlo προσομοιώσεις** και **ανάλυση ευαισθησίας δεικτών** επιτρέπει την κατανόηση της ανθεκτικότητας συστημάτων υπό μεταβλητές παραδοχές (π.χ. διαφορετικά προληπτικά μέτρα, τεχνολογικές επενδύσεις). Όταν για παράδειγμα αυξηθεί η σημασία της κυβερνοασφάλειας ή των σχεδίων έκτακτης ανάγκης, γίνεται εμφανής η επίδραση στην τελική ένταξη πόρων και στρατηγικών.

7.1.4 OEM – Operational Ensemble Modelling

Συνδυάζοντας τη ANP με **λειτουργικά μοντέλα προσομοίωσης λειτουργίας λιμένων (π.χ. διάσπαση φορτίων, διάρκεια νεκρών ωρών κατά φυσική κρίση)**, οι μελέτες αναδεικνύουν πώς οι αναδυόμενες μετά την κρίση ανάγκες (π.χ. επισκευή προβλητών, ανάπτυξη ψηφιακών συστημάτων) επηρεάζουν τους δείκτες αλληλεπίδρασης και τελικά επαναπροσδιορίζουν τα βάρη στον Limit Supermatrix.

7.2 Η Σημασία για την Ελλάδα – Αιγαίο & Ιόνιο

Η Ελλάδα διαθέτει χιλιάδες χιλιόμετρα ακτογραμμής, με μεγάλο μέρος από αυτά στο Αιγαίο και το Ιόνιο – περιοχές ιδιαίτερα ευάλωτες:

1. **Άνοδος στάθμης της θάλασσας:** Άμεση απειλή για προβλήτες και παραθαλάσσιες εγκαταστάσεις · νερά διαβρώνουν υποδομές.
2. **Ακραία καιρικά φαινόμενα:** Καταιγίδες, έντονα κύματα, πλημμυρικά φαινόμενα μπορούν να προκαλέσουν διακοπές, ζημιές, κοινωνικές διαταραχές.
3. **Τουριστικό φορτίο:** Η εποχικότητα εντείνει τις πιέσεις, καθώς πολλά λιμάνια εξυπηρετούν θερμή τουριστική ταξιδιωτική ροή (πχ. Μύκονος, Σαντορίνη, Κέρκυρα).

Η εφαρμογή της ANP στα ελληνικά λιμάνια προσφέρει τα εξής:

- **Εντοπισμό κρίσιμων δεικτών με πρωτοφανή ακρίβεια:** Όπως διαπιστώθηκε, η κυβερνοασφάλεια, η εκπαίδευση προσωπικού και η ανταπόκριση σε περιστατικά κερδίζουν σημαντική βαρύτητα σε συνάρτηση με τη φυσική ανθεκτικότητα.
- **Κατανομή πόρων σε αναδυόμενες ανάγκες:** Όχι μόνο συντήρηση υποδομών, αλλά και τεχνολογικές επενδύσεις βιώσιμης προστασίας, ψηφιακή εκπαίδευση και θεσμική συνεργασία.
- **Πολιτική προσέγγιση:** Η χρήση ANP ενισχύει τη διαφάνεια λήψης αποφάσεων – κρίσιμο στοιχείο για την περιβαλλοντική αδειοδότηση και την πολιτική αποδοχής από τους τοπικούς φορείς.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



7.2.1 Περίπτωση του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους

- Τα νησιωτικά λιμάνια, όπως της Ρόδου ή της Κέρκυρας, αντιμετωπίζουν **μεγαλύτερη ευπάθεια** λόγω τουριστικής εποχικότητας και περιορισμένων υποδομών. Η ANP εντοπίζει συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις που διαφορετικά θα εκλείπαν σε απλό ΑΗΡ.
- Το Ιόνιο πλήττεται από **σεισμούς**, όχι μόνο από ακραία καιρικά φαινόμενα. Η ANP πια **ενσωματώνει αυτή την ευμετάβλητη απειλή** και προσαρμόζει τα βάρη ανάλογα, ιδιαίτερα στα σενάρια κρίσης.
- Τα λιμάνια του Βορείου Αιγαίου (όπως της Μυτιλήνης) λειτουργούν υπό υψηλή οικολογική πίεση – ευάλωτα στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Η ANP βοηθά στην **ισορροπία περιβαλλοντικής ανθεκτικότητας και λειτουργικής βιωσιμότητας**.

7.3 Οφέλη & Προτάσεις

7.3.1 Προτάσεις Πολιτικής

- **Κεντρικός σχεδιασμός προσαρμογής:** κατανομή πόρων σε ειδικές δράσεις ανά ένταση που αναδείχθηκε από την ANP (π.χ. προστασία από πλημμύρες, κυβερνοασφάλεια, εκπαίδευση, σχέδια εκτάκτων).
- **Διακυβέρνηση με διαφάνεια:** αξιοποίηση ANP σε συμμετοχή διαδικασία, με συνεκτίμηση ενδιαφερόμενων μερών (stakeholders), ώστε να τεκμηριώνεται κάθε στρατηγική με σαφή κριτήρια αλληλεπίδρασης.
- **Ενίσχυση δικτύωσης λιμένων για συλλογική ανθεκτικότητα:** η ANP μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση μικρών λιμένων (π.χ. λιμάνια νησιών) με πιο μεγάλα – ώστε να δημιουργηθεί δίκτυο κοινών πολιτικών αντιμετώπισης.

7.3.2 Προγραμματισμός Έρευνας

- **Δημιουργία open-source εργαλείων ANP για λιμενικές αρχές**, βασισμένα σε Excel ή Python, με υπολογισμό supermatrix & limit supermatrix.
- **Συνεργασία με Ευρωπαϊκά φορέα** (PIANC, European Climate Adaptation Platform) ώστε να αναπτυχθούν ευρύτερα πρότυπα resilient λιμένων με βάση την ANP.
- **Εκπαιδευτικά προγράμματα για στελέχη λιμένων**, ώστε να κατανοήσουν την αξία της ANP και να την ενσωματώσουν στις λειτουργίες τους.

7.4 Επίλογος

Η ANP παρέχει ένα ισχυρό εργαλείο για την ανθεκτικότητα λιμένων, καθώς:

1. Αναγνωρίζει και ποσοτικοποιεί τις σχέσεις μεταξύ κριτηρίων, υποκριτηρίων και δεικτών,



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



2. Δίνει δυνατότητα ευαισθησίας σε εναλλακτικά κλιματικά σενάρια,
3. Συμβάλλει στον έξυπνο σχεδιασμό πόρων και επενδύσεων.

Για την Ελλάδα, και ιδιαίτερα τα λιμάνια του Αιγαίου και Ιονίου πελάγους, όπου οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι ήδη ορατές, η ANP είναι όχι απλά χρήσιμη, αλλά **αναγκαία**. Τα ερευνητικά προγράμματα που αναπτύσσονται τον τελευταίο χρόνο, επιβεβαιώνουν αυτή την ανάγκη και ανοίγουν τον δρόμο για **λειτουργικά, βιώσιμα και ανθεκτικά λιμάνια στο μέλλον**.



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»



- 16 International Chamber of Commerce (ICC) and Oxera. *The economic cost of extreme weather events*. 7 November 2024. <https://iccwbo.org/wp-content/uploads/sites/3/2024/11/2024-ICC-Oxera-The-economic-cost-of-extreme-weather-events.pdf>
- 17 Koks et al. (2019) or Koks, E E, Thissen, M, Alfieri, L, De Moel, H, Feyen, L, Jongman, B, & Aerts, J C J H. (2019). The macroeconomic impacts of future river flooding in Europe. *Environmental Research Letters*, 14(8), 084042.
- ¹ Lucio, D., Lara, J. L., Tomás, A., & Losada, I. J. (2024). Probabilistic assessment of climate-related impacts and risks in ports. *Reliability Engineering & System Safety*, 251, 110333. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2024.110333>



Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα
«ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ &
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ
2022» / Άξονας
Προτεραιότητας 3 «ΕΡΕΥΝΑ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»

